Transports Canada Transport Canada

Un ciel à partager

Guide de l'industrie de l'aviation à l'intention des gestionnaires de la faune

TP 13549 E

Canada

Table des matières

Remerciements xiii

Dédicace xiv

Avant-propos xv

Pour un bon usage de ce livre xvii
Introduction xvii
Structure xvii
Terminologie et conventions xix

Introduction xxi
Historique des impacts d'oiseaux et de mammifères xxii
Accidents en sursis xxiii
Un problème de sécurité aérienne durable xxiii
Que peut faire l'industrie aéronautique? xxiii
Un ciel à partager : raison d'être xxiv
Un nouveau regard sur le problème des impacts d'oiseaux xxv
À qui ce livre s'adresse-t-il? xxv

Chapitre 1
Coût des impacts de la faune et responsabilité légale 1

Introduction 1
Une équation de la force d'impact 1
Points d'impact 2
Coûts des dommages causés par les impacts de la faune 2
Turboréacteurs 3
Moteurs à pistons, turbopropulseurs et turbomoteurs 4
Pare-brise 4
Structures de l'aile et de la queue 5

Train d'atterrissage 5
Autres composants 5
Dommage à effet retardé 5
Éventail des coûts consécutifs aux impacts de la faune 5
Coûts directs 5
Coûts indirects 6
Coûts accessoires 8
Coûts découlant de la perte de coques et de vies humaines 8
Coût annuel total des impacts d'oiseaux et de mammifères 9
Responsabilité légale 9
Négligence et responsabilité 10
Loi canadienne 10
Devoirs et obligations en common law 10
Devoirs et obligations convenus et dictés par les contrats 11
Devoirs et obligations imposés par les lois sur la responsabilité des occupants . . 11
Études de cas en matière de responsabilité légale 12
Falcon 20—Norwich (Angleterre), 1973 12
Sabreliner—Watertown (É.-U.), 1975 12
Concorde—New York (É.-U.), 1995 12
Falcon 20—Paris (France), 1995 13
Sommaire 13

Chapitre 2
Prévention des impacts de la faune : l'approche fondée sur la sécurité du système 15

Introduction 15
L'approche fondée sur la sécurité du système 17
Impacts de la faune : un défi dynamique de gestion des risques 18
La formule de gestion du risque
et son application à la gestion de la faune 18
Introduction à la gestion du risque 18
Réduction de l'exposition 18
Réduction de la probabilité 19
Réduction de la gravité 20
Résumé 21
Les failles du système de défense 21
Introduction 21
Exemples d'exposition accrue 23
Exemples de probabilité accrue 23
Exemples de gravité accrue 23
Résumé 24
Conclusion 24

Chapitre 3

Les oiseaux—Notions de base 25

Introduction 25
Classification ou taxinomie des oiseaux 25
Diversité et répartition des espèces 27
Quantité et densité des populations d'oiseaux 27
Nombre d'oiseaux 27
Densité de population 28
Poids et densités des oiseaux 29
Poids des oiseaux 29
Densité des oiseaux 30
Sens des oiseaux 31
Vision 31
Ouïe 31
Toucher 32
Odorat 32
Comportement des oiseaux 32
Alimentation 32
Reproduction 34
Comportements susceptibles de créer des risques d'aviation 35
Vol des oiseaux 35
Éléments du vol 35
Altitudes de vol 35
Vol élancé et plané 36
Activité quotidienne 37
Activité et mouvement migratoires 39
Comportement des oiseaux vis-à-vis des aéronefs 40
Comportement évolutif et adaptatif des oiseaux vis-à-vis d'un aéronef 41
Réactions comportementales des oiseaux face à un aéronef 41
La nature dynamique des populations d'oiseaux 43
Adaptation des oiseaux à l'environnement humain 44
Espèces d'oiseaux qui créent communément des problèmes de sécurité de vol 46
Mouettes 46
Oiseaux aquatiques 47
Colombes et pigeons 49
Rapaces 50
Étourneaux et merles 52
Alouettes cornues, plectrophanes des neiges et bruands lapons 54

Chapitre 4

Les mammifères—Notions de base 55

Introduction 55
Classification des mammifères 56
Diversité et répartition des mammifères 56
Nombres de mammifères et densité de la population 57
Nombres de mammifères 57
Densité de population des mammifères 57
Poids des mammifères 58
Sens des mammifères 58
Vision 59
Ouïe 60
Odorat 60
Goût 61
Toucher 61
Comportement des mammifères 61
Périodes d'activité 61
Nourriture 62
Comportement des mammifères qui constitue une menace pour l'aviation 63
Comportement des mammifères qui crée des menaces directes et indirectes pour l'aviation 63
Mouvements 63
Comportement social 64
Comportement des mammifères qui crée d'autres menaces dans l'environnement aéroportuaire 65
Mammifères rongeurs 65
Mammifères fouisseurs 65
Comportement des mammifères face aux aéronefs 66
Comportement évolutif et adaptatif des mammifères en présence des aéronefs 66
Réactions comportementales des mammifères face aux aéronefs 66
La nature dynamique des populations de mammifères 67
Adaptations des mammifères au paysage humain 69
Mammifères qui créent communément des problèmes de sécurité aérienne 71
Espèces impliquées directement dans des impacts de la faune 71
Cerf 71
Coyote 72
Renard roux 73
Espèces impliquées indirectement 74
Lapins et lièvres 74
Écureuils 75
Campagnol 76
Castor et rat musqué 77

Chapitre 5
Aviation civile et industrie aéronautique 79

Introduction 79
Les aéronefs civils 80
Classe d'exploitation : 80
Aviation commerciale 80
Aviation générale 80
Aéronefs à voilure tournante 81
Moteurs d'aéronefs dans l'aviation civile 81
Historique 81
Turbines à gaz—Notions de base 85
Les turbomoteurs et l'ingestion d'oiseaux 87
Répartition actuelle des flottes d'aéronefs et schémas de croissance projetés 88
Opérations des compagnies aériennes 88
Transporteurs régionaux et avions-taxis 95
Fret aérien 96
Affrètements 97
Aviation générale 97
Aéronefs d'affaires 98
Aéronefs à voilure tournante 98
Aviation : une industrie *en devenir* 100
Aviation : une industrie mondiale 100
Alliances des compagnies aériennes 100
Aéroports plaques tournantes 101
Normes de certification d'aéronef 102
Federal Aviation Regulations (États-Unis) 102
Cellule 103
Moteurs 104
Conclusion 105

Chapitre 6
Aéroports 107

Introduction 107
Activités aéroportuaires et facteurs de risque 107
Aérodrome ou aéroport—quelle est la différence? 113
Catégories d'aérodrome 113
Aérodromes enregistrés 113
Aérodromes agréés 114
Délivrance des certificats d'aérodrome 114
Gestion de la faune dans les aéroports 115
Obligations de l'exploitant d'aéroport en matière de gestion de la faune 115
Programmes de gestion de la faune aux aéroports 116

L'aéroport comme composante de l'écosystème local . . . 116
Lignes directrices et règles relatives à l'utilisation des terrains . . . 117
Gestion des risques aéroportuaires en conflit avec la gestion environnementale . . . 120
Conclusion . . . 120

Chapitre 7
Statistiques sur les impacts d'oiseaux et de mammifères . . . 121

Introduction . . . 121
Définitions . . . 121
Arguments en faveur d'un compte rendu obligatoire . . . 122
Rapport sur les impacts avec les oiseaux ou la faune . . . 123
Sources de compte rendu . . . 123
Quels renseignements faut-il signaler ? . . . 125
Identification des oiseaux . . . 125
Identification des oiseaux vivants . . . 126
Identification de restes d'oiseaux . . . 126
Comparaison avec des spécimens de musée . . . 126
Examen microscopique des plumes . . . 126
Électrophorèse de la kératine . . . 126
Analyse de l'ADN . . . 127
Base de données sur les impacts d'oiseaux et de mammifères . . . 128
Transports Canada . . . 129
La Federal Aviation Administration (FAA) américaine . . . 129
Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) . . . 130
Principale base de données sur les accidents dus aux impacts d'oiseaux et de mammifères . . . 130
Faits saillants . . . 130
Accidents d'aéronefs graves . . . 131
Incidents d'aéronefs importants . . . 131
Analyse des statistiques sur les impacts d'oiseaux dans l'aviation civile . . . 132
Phase du vol . . . 133
Altitude . . . 135
Époque de l'année . . . 136
Période de la journée . . . 137
Parties de l'aéronef touchées . . . 138
Effets sur le vol . . . 139
Types d'aéronef touchés . . . 140
Ingestions par les moteurs . . . 141
Espèces d'animaux impliquées dans les collisions . . . 142
Impacts causant des dommages . . . 143
Coûts relatifs selon l'espèce . . . 144
Espèces dangereuses . . . 144
Conclusions . . . 145

Chapitre 8

Solutions—L'aéroport et ses environs 147

Introduction 147
Rôles et responsabilités 147
Solutions de gestion de la faune adaptées aux installations 147
Gestion de la faune passive et active 148
Gestion de la faune dans les aéroports :
Utilisation des terrains dans le voisinage des aéroports 148
Gestion passive de la faune : gestion des habitats 149
Les objectifs de la gestion de l'habitat 149
Les espèces ciblées 149
Acquisition de la connaissance des habitats fauniques autour des aéroports . . . 150
Techniques communes de gestion de l'habitat 151
Gestion de l'habitat source de nourriture 151
Régulation chimique des sources de nourriture 152
Méthodes physiques de contrôle des sources de nourriture 153
Location de terrains aéroportuaires à des fins agricoles 153
Gestion des habitats servant de refuge 154
Gestion des habitats aquatiques 155
Gestion de l'herbe 158
Gestion des habitats hors de l'aéroport : coordination avec les collectivités 160
Solutions aux préoccupations en matière d'utilisation des terrains 160
Règlements de zonage des aéroports et d'aménagement du territoire 161
Mise en œuvre volontaire de mesures de protection 163
Aménagement des terres à l'extérieur des limites aéroportuaires : trois études de cas 164
ÉTUDE DE CAS 1
Implantation volontaire de mesures d'atténuation à l'aéroport international de Winnipeg 164
ÉTUDE DE CAS 2
Planification coordonnée de l'utilisation des terrains à proximité de l'aéroport international MacDonald-Cartier 164
ÉTUDE DE CAS 3
Solutions novatrices et respectueuses de l'environnement à l'aéroport international de Vancouver 165
Gestion active de la faune : effrayer et éloigner la faune 167
Déterminer le produit à utiliser 167
Produits de dispersion et de dissuasion 168
Produits et techniques fortement recommandés 169
Partiellement recommandés 170
Non recommandés 171
Élimination de la faune 174
Résumé 174

Plan de gestion de la faune dans les aéroports (PGFA) 174
Comité de gestion de la faune des aéroports 174
Participants au plan de gestion de la faune des aéroports 175
Comité du péril aviaire du Canada (CPAC) 176
Transports Canada 176
Biologistes de la faune aux aéroports 176
Personnel de la gestion de la faune 176
Fournisseurs de services de la circulation aérienne (ATS) 176
Travailleurs des aérodromes 177
Pilotes 177
Exploitants des aéroports 177
Planificateurs municipaux 177
Clubs locaux de naturalistes 177
Organismes gouvernementaux 178
Processus des PGFA 178
Politiques et objectifs de l'aéroport en matière de faune 179
Recherche 179
Élaboration 180
Mesures de gestion à long terme et à court terme 180
Mise en oeuvre 180
Équipement 180
Formation 180
Sensibilisation 181
Mesure du rendement 181
Surveillance des activités de la faune et de gestion de la faune 182
Rapport et consignation des collisions avec la faune 182
Tenue générale des dossiers du PGFA 183
Études de la faune 183
Évaluation et examen 183
Modification et amélioration 183
ÉTUDE DE CAS
Plan de gestion de la faune à l'aéroport international JFK 183
Conclusion 184

Chapitre 9
Solutions—Fournisseurs des services de la circulation aérienne 185

Introduction 185
Rôles et responsabilités 186
Généralités 186
Contrôleurs terminal 187
Contrôleurs tour et contrôleurs sol 188
Spécialistes de l'information de vol (FSS) 190
Conclusion 191

Chapitre 10
Solutions—Pilotes 193

Introduction 193
Rôles et responsabilités 193
Renseignements avant vol (RAC 602.71) 194
Utilisation imprudente ou négligente des aéronefs (RAC 602.01) 194
Principes généraux de planification des vols et d'utilisation des aéronefs 194
Planification et utilisation visant à réduire le risque faunique 196
Techniques de planification et d'utilisation pour tous les aéronefs 196
Planification de vol 196
Préparation avant le vol 197
Roulement au décollage 197
Décollage et montée 197
En route 199
Approche et atterrissage 199
Après le vol 200
Aviation commerciale et d'affaires : conditions particulières 200
Aviation générale: conditions particulières 202
Giravions : conditions particulières 202
Écoles de formation au pilotage : conditions particulières 204
Conclusion 205

Chapitre 11
Solutions—Exploitants aériens 207

Introduction 207
Rôles et responsabilités 207
Réduction de la probabilité et de la gravité des impacts de la faune 208
Procédures d'utilisation normalisées 208
Exploitation aérienne et régulation des vols 208
Principes généraux d'exploitation 208
Établissement du plan de vol général par l'exploitant aérien et principes d'exploitation 210
Techniques de planification et d'exploitation 212
Planification du vol 212
Préparation avant le vol 213
Roulement au décollage 213
Décollage et montée 214
En route 215
Approche et atterrissage 215
Après le vol 216
Entretien des avions 216
Utilisation des aires de trafic 217

Formation et sensibilisation 217
Formation des employés 217
Sensibilisation des employés 218
Déclaration de collisions avec la faune 218
Conclusion 219

Chapitre 12
Solutions—Constructeurs de cellules et moteurs 221

Introduction 221
Normes de certification 221
Harmonisation internationale des exigences en matière de navigabilité 222
Des exigences plus rigoureuses concernant la navigabilité face au péril aviaire 222
Modifications des exigences relatives à la navigabilité des cellules 223
Modifications des exigences de navigabilité 224
Changements de conception et de matériaux pour les composants des cellules et des moteurs 226
Progrès dans la conception des cellules et les matériaux 226
Progrès dans la conception et les matériaux des moteurs 228
Essais d'impacts d'oiseaux 229
Conclusion 230

Chapitre 13
Solutions—Leçons à tirer de l'expérience de l'aviation militaire 231

Introduction 231
Comparaison de l'aviation militaire et civile : type et rôle des aéronefs 232
Transport militaire 232
Ravitailleur 233
Aéronefs de patrouille maritime, de lutte anti-sous-marine et de détection 233
Bombardiers 234
Chasseurs et avions d'attaque 235
Avions d'entraînement militaire 236
Hélicoptères 237
Profils des missions 237
Répartition des flottes militaires 238
Bases de données militaires sur les impacts 238
Canada 238
États-Unis 240
Europe 240
Coûts associés aux impacts d'oiseaux sur des aéronefs militaires 240
Accidents militaires dus à des impacts d'oiseaux 242

Expérience européenne 242
Décès 243
Répartition géographique des accidents 244
Types d'aéronefs 252
Phases du vol 252
Altitudes et vitesses 253
Parties touchées des aéronefs 253
Types d'oiseaux 253
Expérience canadienne et américaine 255
Études de cas 261
Chasseur et avions d'attaque 261
Bombardier B-1B de l' USAF 261
AWACS E-3 de l'USAF/OTAN 262
Le C-130H de l'armée de l'air belge 263
Conclusion 264

Chapitre 14
Solutions à l'horizon 265

Introduction 265
Technologie de dissuasion et de dispersion de la faune 265
Radar audible 266
Infrasons 267
Projecteurs d'atterrissage stroboscopiques et pulsés 267
Technologie de détection de la faune 268
Avertissement d'ingestion de corps étrangers 269
Modèles d'évitement des oiseaux (BAM) et
Systèmes d'information sur le péril aviaire (AHAS) 270
Application des techniques de modélisation des évitements d'oiseaux :
deux exemples 271
Exemple 1 271
Exemple 2 272
L'avenir des systèmes d'avertissement d'oiseau 272
Conclusion: orientations de la recherche 273

Chapitre 15
Conclusion 275

Introduction 275
La gestion du danger associé à la faune 275
Communication 276
National et international 276
Et maintenant? 276
À l'aéroport 276
Recherche et développement 277
Éducation et sensibilisation 277

Réglementation 278
Règlements normatifs et règlements fondés sur les résultats 278
Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) 278
Collecte des données 279
L'étape suivante : les nouvelles technologies 279
Résumé 281

Annexe A
Information sur le Comité national canadien du péril aviaire 283

Annexe B
Facteurs de conversion 287

Annexe C
Procédures de rapport d'impact d'oiseau et de mammifère 289

Annexe D
Références législatives et réglementaires 297

Annexe E
Bibliographie 309

Annexe 3.1
Zoonoses communes des oiseaux 319

Annexe 5.1
Exigences de navigabilité de la FAA concernant les cellules 321

Annexe 5.2
Normes de navigabilité concernant les moteurs d'aéronefs—FAR 33 325

Annexe 12.1
Forces des impacts d'oiseaux—Physique 329

Glossaire 331

Acronymes 339

L'équipe de production 341

Bon de commande 345

Remerciements

Le mérite de ce livre revient aux personnes citées ci-dessous, sans l'aide généreuse de qui *Un ciel à partager* n'aurait jamais vu le jour.

Thomas Alge, John Allan, Ph.D., maj David Arrington, Dave Ball, Nick Bartok, Jenny Bell, Hans Blokpoel, Ph.D., Reid Van Brabant, Bill Britt, Luit Buurma, Ph.D., Ed Cleary, Todd Curtis, Rolph Davis, Ph.D., Moyra Dhaliwal, Richard Dolbeer, Ph.D., Martin Eley, cdt Paul Eschenfelder, Dave Fairbairn, Bob Grant, Edmund Hahn, Ph.D., Ross Harris, Laura Henze, Martyn Hexter, Ron Huizer, cdt Sara Karcha, Adam Kelly, Terry Kelly, Art LaFlamme, Mario Larose, Harvey Layden, Eugene LeBoeuf, Hartmut Lehmkuhl, Yossi Leshem, Ph.D., My Luong, Red Mason, John Maxwell, Ian Martindale, Andrew McAllister, Major Kevin McCarthy, Ron Merritt, Paul McDonald, Caroline McKee, Robert O'Brien, Henri Ouellet, Ph.D., Dick Parker, cdt Robert Perkins, Alistair Pinos, John Richardson, Ph.D., Craig Richmond, Margaret Rudolph, Peter Roberts, Mark Rogers, Michael Robinson, Kristi Russell, Valerie Schmidt, Phil Scott, Gary Searing, William Seegar, Ph.D., John Seubert, Ph.D., Jeff Short, Vic Solman, Ph.D., cdt Richard Sowden, Ralph Speelman, Arlo Speer, Terah Sportel, Anne Marie Taylor, John Thorpe, Paul Tomlinson, Dena Warman, Darryl Watkins, Heather Williams, Bonnie Wilson, Major Pete Windler, Bill Yearwood.

Un merci spécial au commandant Richard Sowden, à John Seubert, Ph.D. et au commandant Paul Eschenfelder, qui ont apporté une contribution exceptionnelle à ce projet.

Un grand merci également à l'équipe de Languages Services Ltd. pour la traduction de cet ouvrage.

Dédicace

Je dédie cet ouvrage à la mémoire de trois amis intimes disparus prématurément : Robert O'Brien, Henri Ouellet, Ph.D., et Edmund Hahn, Ph.D., qui ont, tout au long de leur vie, contribué immensément à la gestion des risques associés à la faune dans l'industrie aéronautique.

Bruce MacKinnon
Janvier 2001

Avant-propos

Avec l'aide du personnel de l'Aviation civile et de ses gestionnaires et de concert avec les intervenants clés du milieu de l'aviation, le Ministère a établi un nouveau cadre de la sécurité aérienne pour le Canada : *Vol 2005*.

Vol 2005 donne un aperçu des priorités en matière de sécurité aérienne pour les cinq prochaines années. *Vol 2005* vise deux résultats clés, soit l'amélioration constante du niveau élevé de sécurité aérienne au Canada et un niveau de confiance élevé du public dans notre programme de l'Aviation civile.

Lorsque je faisais partie de la Direction de la sécurité aérienne au sein des Forces canadiennes, j'ai eu l'occasion de présider le Comité interministériel contre le péril aviaire pendant deux ans et d'étudier la question de très près. Ce comité a grandi et est devenu en 1984 l'actuel Comité du péril aviaire du Canada. Je me réjouis des progrès accomplis au fil des ans; toutefois, compte tenu de l'augmentation annuelle des mouvements d'aéronefs et des populations de certains oiseaux aquatiques migrateurs et d'autres espèces d'oiseaux dangereux, il ne fait aucun doute que nous sommes placés devant un défi important. La prévention des accidents impliquant la faune contribuera à l'amélioration continue de la sécurité.

Transports Canada a une longue expérience de la gestion des risques de la faune qui remonte aux années soixante, époque à laquelle le Ministère a encouragé la création du Comité associé contre le péril aviaire. Toutefois, malgré le travail réalisé en collaboration avec les compagnies aériennes et les aéroports pour trouver des solutions, il faut faire plus. On estime que les collisions entre des aéronefs et la faune entraînent des dépenses annuelles de 500 millions de dollars en Amérique du Nord. Des données récentes confirment la perte attribuable aux impacts d'oiseaux de près de 400 aéronefs militaires dans le monde depuis 1950. Il est essentiel que nous recherchions des solutions plus efficaces.

Un ciel à partager est une réalisation de notre programme de promotion de la sécurité dans l'Aviation civile qui en a assuré la production et la distribution et qui a veillé à

incorporer au document des éléments clés contenus dans *Vol 2005*. Les équipes de production et d'examen technique comprennent quelques-uns des chefs de file de l'industrie aéronautique dans le domaine des risques associés à la faune.

Nous disposons, pour la première fois, d'un guide de gestion des risques de la faune conçu pour faciliter la tâche de tous les intervenants de notre industrie et appelé à devenir un outil de référence pour les pilotes, les exploitants d'aéroport, les préposés aux opérations aériennes, les fournisseurs des services de la circulation aérienne ainsi que les constructeurs de moteurs et de cellules. Cet ouvrage fournit en effet des renseignements permettant de mener une action commune pour réduire les risques associés aux activités de la faune dans le milieu de l'aviation.

Je suis persuadé que ce guide sensibilisera davantage le public à cette importante question de sécurité et que, conjointement avec les normes et les règlements qui sont en voie d'être élaborés, il contribuera à réduire de façon appréciable le risque des accidents d'aviation liés aux activités de la faune.

Art LaFlamme
Directeur général
Aviation civile

Pour un bon usage de ce livre

Introduction

Un ciel à partager est un guide qui s'adresse à tous les intervenants du milieu de l'aviation et une synthèse des connaissances susceptibles de mener à la fois à une compréhension et à la réduction des problèmes qui surgissent lorsque les mouvements de la faune et des aéronefs interfèrent. Que vous soyez un pilote, un fournisseur de services de la circulation aérienne, un exploitant aérien, un agent de contrôle de la faune, un exploitant d'aéroport, un constructeur de moteurs ou de cellules, le présent ouvrage vous renseignera utilement sur la gestion des risques associés aux impacts de la faune.

C'est en lisant *Un ciel à partager* au complet que vous obtiendrez le plus de connaissances, même si chacun des chapitres a été rédigé de façon à se suffire à lui-même et offrir de précieux renseignements sur des sujets particuliers. Nous recommandons à tous les membres du milieu de l'aviation de lire l'introduction ainsi que les chapitres 1 et 2. L'introduction donne une connaissance sommaire de la nature et de l'étendue du problème des impacts de la faune. La chapitre 1 aidera les lecteurs à se faire une idée des coûts élevés que doit assumer l'industrie sous l'effet des impacts de la faune et la responsabilité étendue qui est associée au problème. Le chapitre 2 explique l'importance fondamentale de l'approche fondée sur la sécurité du système dans la gestion des risques associés à la faune.

Un ciel à partager n'est pas un manuel de procédure. Les lecteurs qui recherchent des lignes de conduite sur la gestion des espèces particulières de la faune dans l'environnement aéroportuaire sont invités à se reporter à des publications telles que le *Manuel des procédures sur la gestion de la faune* de Transports Canada.

Structure

Cet ouvrage a pour objet de décrire le problème des impacts de la faune et de proposer des solutions au problème.

Les chapitres 1 à 7 sont descriptifs. Ils donnent un aperçu des sujets importants :

- Coût des impacts de la faune et responsabilité légale (Chapitre 1)
- Prévention des impacts de la faune et approche fondée sur la sécurité du système (Chapitre 2)
- Les oiseaux (Chapitre 3)
- Les mammifères (Chapitre 4)
- L'industrie aéronautique (Chapitre 5)
- Les opérations aériennes (Chapitre 6)
- Statistiques sur les impacts de la faune (Chapitre 7)

Les chapitres 8 à 12 comprennent un ensemble de recommandations. Ils dressent la liste de ce qui peut et doit être fait par les intervenants suivants :

- Exploitants d'aéroport (Chapitre 8)
- Fournisseurs des services de la circulation aérienne (Chapitre 9)
- Équipages de conduite (Chapitre 10)
- Exploitants aériens (Chapitre 11)
- Constructeurs de moteurs et de cellules (Chapitre 12)

Les autres chapitres contiennent des renseignements supplémentaires ainsi que nos conclusions :

- Le chapitre 13 présente la perspective militaire sur les impacts d'oiseaux.
- Le chapitre 14 donne un aperçu des nouvelles technologies susceptibles d'apporter à l'avenir des solutions aux problèmes des impacts de la faune.
- Le chapitre 15 offre des conclusions et des suggestions visant à intensifier les efforts destinés à réduire les risques associés aux impacts de la faune.

Les annexes A à E contiennent des documents de référence additionnels. Elles sont disposées comme suit :

- Annexe A - Renseignements sur divers comités du péril aviaire
- Annexe B - Facteurs de conversion des systèmes métrique et impérial
- Annexe C - Compte rendu des impacts d'oiseaux et de mammifères
- Annexe D - Références en matière de réglementation aérienne et de gestion de la faune
- Annexe E - Documents de référence suggérés (Bibliographie)

Les lecteurs peuvent examiner le tableau à consultation rapide afin de voir les chapitres qui se rapportent à leur domaine de spécialité :

Segment du milieu de l'aviation	Compréhension du problème des impacts de la faune	Gestion des risques afférents aux impacts de la faune
Exploitants d'aéroport	Chapitres 3 à 7	Chapitres 8 et 14
Exploitants aériens	Chapitres 5 à 7	Chapitres 9 à 11
Personnel de gestion de la faune	Chapitres 3 à 7	Chapitres 8 et 14
Fournisseurs des services de circulation aérienne	Chapitres 5 à 7	Chapitre 9
Constructeurs de moteurs et de cellules	Chapitres 5 à 7	Chapitres 12 et 14
Pilotes	Chapitres 5 à 7	Chapitres 9, 10 et 14

Terminologie et conventions

Les auteurs qualifient généralement le personnel du contrôle de la circulation aérienne, les spécialistes de l'information de vol et le personnel des services de la circulation aérienne de fournisseurs d'ATS. Nous définissons un danger comme les conditions ou les circonstances susceptibles d'entraîner des dommages à un aéronef ou même sa destruction ou la perte de vies humaines dans le cadre d'opérations aériennes. Le risque se définit donc comme la conséquence d'un danger mesuré par sa probabilité et sa gravité.

Dans les domaines de l'aviation et de la biologie, on utilise autant le système métrique que le système impérial et les deux alternent dans cette publication, Les tables de conversion des systèmes impérial et métrique figurent à l'annexe B.

Enfin, *Un ciel à partager* réunit de l'information provenant de nombreuses sources, mais les auteurs ont évité un recours excessif à des notes de bas de page et à des références afin d'assurer une présentation concise. Néanmoins, une bibliographie étendue en annexe E fournit à la fin de cet ouvrage une liste de documents de référence, chapitre par chapitre.

Introduction

Si les oiseaux, les mammifères et les avions semblent se partager paisiblement l'espace de l'aéroport et de ses environs, leur coexistence court des risques extrêmes. En cas de collision avec un aéronef, un seul animal a la possibilité de causer de graves dommages pouvant même conduire à la perte de l'avion, de son équipage et des passagers.

Si l'on évaluait le risque associé aux impacts de la faune uniquement selon le nombre des accidents impliquant des avions de transport à réaction dans le monde occidental, on pourrait conclure à une absence de problème. Pourtant, un examen plus attentif des statistiques fournies par les professionnels de l'industrie qui participent étroitement à la gestion du péril faunique donne à réfléchir.

Dans cet ouvrage, nous montrerons que le risque d'impact de la faune est très réel et que l'industrie aéronautique aurait intérêt à en tenir compte, surtout dans le contexte d'une augmentation remarquable des populations de certains gros oiseaux au cours des dernières décennies conjuguée à l'augmentation du nombre des aéronefs en activité.

Les professionnels de l'industrie de l'aviation sont très conscients du fait que le public n'a guère de tolérance pour les accidents de gros avions de transport à réaction. En dépit des résultats impressionnants de l'industrie sur le plan de la sécurité, le rapport entre les décès-blessures et le nombre des décès causés par les accidents de l'aviation continue de retenir l'attention. Les protestations du public, la couverture médiatique, l'indignation des familles et les poursuites qu'entraîne inévitablement un accident causé par la faune dans le monde occidental incitent un grand nombre de dirigeants à faire tout ce qui est en leur pouvoir pour éviter cette expérience.

De manière générale, les professionnels de l'industrie aéronautique sont très motivés, innovateurs et font confiance à la technique. Ils ont l'habitude de traiter de questions qui, tout en étant extrêmement complexes, peuvent pour la plupart trouver une solution technique. Mais dans le cas du risque faunique, les solutions exigent également

l'application des sciences naturelles. Ce n'est que lorsque l'on aura trouvé un équilibre entre ces deux disciplines que l'on pourra dissiper le mythe courant dans l'industrie voulant que le péril faunique reste un cas de force majeure. Nous croyons au contraire que ce risque, bien qu'il soit actuellement sous-estimé, peut être géré tant sur le plan économique que sur celui de l'efficacité. Nous espérons que vous appliquerez les leçons de cet ouvrage et serez en mesure d'améliorer la gestion des risques causés par la faune dans votre secteur de l'industrie aéronautique.

Historique des impacts d'oiseaux et de mammifères

Les impacts d'oiseaux constituent un problème depuis les premiers jours de l'aviation. Le pionnier de l'aviation Orville Wright a signalé un impact d'oiseau cinq ans après son premier vol en 1903. Le premier accident mortel dû à un impact d'oiseau est survenu en 1912. L'avion de Cal Rogers, le premier pilote qui a réussi la traversée des États-Unis, est tombé dans l'océan après qu'un goéland ait bloqué les commandes de vol de son appareil. Depuis cette époque, les impacts d'oiseaux sont devenus un problème toujours plus grave aussi bien dans l'aviation civile que militaire. Plusieurs milliers d'impacts surviennent chaque année.

Depuis 1912, les données disponibles montrent que quelque 223 personnes sont mortes dans le monde dans au moins 37 accidents dus à des impacts d'oiseaux impliquant des aéronefs civils. En outre, 63 aéronefs civils au moins ont été perdus à la suite d'accidents liés à des impacts d'oiseaux. Dans l'aviation militaire, le nombre d'accidents graves documentés depuis 1950 est supérieur à 353, s'accompagnant d'au moins 165 décès. Les experts sont convaincus que tous les impacts d'oiseaux sont loin d'être signalés et que le nombre véritable d'accidents et de décès est beaucoup plus élevé. De nombreuses raisons expliquent cette situation :

- Il n'existe pas de normes internationales uniformes.
- Le compte rendu des impacts de la faune n'est pas obligatoire.
- Certains pays hésitent à publier ces statistiques par crainte des problèmes de responsabilité et de la perception négative du public en matière de sécurité aérienne.
- Dans certaines parties du monde, l'information sur les accidents graves est perdue pour diverses raisons, notamment le fait que les médias s'y intéressent moins que dans les pays occidentaux.

Pour illustrer le peu de fiabilité des données sur les accidents causés par des impacts d'oiseaux, qu'il suffise de penser à l'écrasement, en avril 2000, d'un Antanov AN-8 entré en collision avec des oiseaux au décollage de Pepa, au Congo. Il existe très peu de détails sur cet accident, malgré le décès de 21 personnes. Dans certaines régions du monde, les fonds et l'expertise manquent pour mener les enquêtes nécessaires.

Accidents en sursis

Le problème des impacts d'oiseaux est de portée internationale. Bien que les types d'aéronefs et les espèces d'oiseaux impliqués dans des collisions varient d'une région à l'autre, la population de certaines espèces d'oiseaux et le nombre d'aéronefs qui partagent le ciel connaissent une progression constante dans tous les points du globe.

Tandis que les oiseaux peuvent être frappés dans les airs ou au sol, au décollage ou à l'atterrissage, pratiquement toutes les collisions avec des mammifères surviennent au sol, à l'exception de celles avec des chauves-souris. Les collisions entre les aéronefs et les mammifères sont loin d'être aussi fréquentes que les impacts d'oiseaux, mais compte tenu du poids et de la taille plus élevés des mammifères, les dommages peuvent être considérables.

Un problème de sécurité aérienne durable

Le risque de voir un impact de multiples oiseaux entraîner l'écrasement d'un avion gros-porteur, bien que faible sur le plan statistique, augmente lentement et ne peut être en aucun cas exclu. La perte en vies humaines serait catastrophique.

Les pertes économiques réelles sont déjà plus importantes. Bien qu'il soit difficile de l'estimer de façon précise, le coût total des dommages par impact d'oiseau—d'après les dernières estimations de l'industrie—s'élève probablement à plusieurs millions de dollars par an, uniquement dans le cas de l'aviation civile canadienne.

Les impacts d'oiseaux et de mammifères continueront de compromettre la sécurité pour de nombreuses raisons :

- Le nombre d'aéronefs et les mouvements aériens augmentent dans le monde entier.
- Les populations d'un certain nombre d'espèces d'oiseaux dangereux augmentent.
- Les populations de certaines espèces de mammifères sont à la hausse.
- L'empiétement urbain sur les aéroports contraint les oiseaux à utiliser l'environnement relativement protégé de l'aéroport et de ses trajectoires de départ et d'arrivée comme le seul espace ouvert restant.
- Les procédures de gestion de la faune dans les aéroports ne réussiront vraisemblablement pas à en chasser entièrement les oiseaux et les mammifères.
- Il n'est pas toujours possible de détecter à temps les oiseaux en vol pour éviter une collision.

Que peut faire l'industrie aéronautique?

Les biologistes de la faune commencent à prendre une part plus active au processus décisionnel dans l'industrie aéronautique. Ces spécialistes ont fait valoir que les impacts

de la faune ne sont pas, pour la plupart, des cas de force majeure. Ces incidents sont généralement, soit le résultat d'une gestion relâchée de la faune ou de son habitat aux aéroports ou dans leur voisinage, soit causés par une synchronisation, planification et exécution inadéquates des profils de vols.

Il n'existe pas de solution unique au problème des impacts de la faune, et il n'y en aura probablement jamais. Mais il est possible de gérer dans une certaine mesure ce problème coûteux de sécurité aérienne. Par l'application d'une approche fondée sur la sécurité du système et un effort coordonné du milieu de l'aviation, on peut réduire au minimum le nombre des accidents mortels et des accidents coûteux.

La bonne application de techniques de pointe en matière de gestion de la faune et de la technologie actuelle permettant de détecter les mouvements des oiseaux dangereux permet de renseigner et d'avertir rapidement les équipages de conduite. Une meilleure protection des aéronefs et des moteurs contre les impacts d'oiseaux et de mammifères peut contribuer à réduire le risque et les coûts associés—autant humains que financiers—de ces collisions.

Un ciel à partager : raison d'être

Il existe de nombreux documents qui traitent, dans de nombreuses langues, des divers aspects des collisions entre les aéronefs et la faune. Cette documentation est une excellente source d'information, mais elle a tendance à n'aborder que des aspects limités du problème ou à se concentrer seulement sur la solution biologique ou technique. À ce jour, l'industrie n'a écrit aucun ouvrage pour donner un aperçu exhaustif des dangers posés par la faune.

Pendant de nombreuses années, Transports Canada a sensibilisé l'industrie à ce problème de sécurité par la voie de l'éducation. Le Ministère a été associé à la rédaction de *Bird Hazards to Aircraft* (Blokpoel, 1976) et a produit depuis son *Manuel des procédures sur la gestion de la faune* (Transports Canada, 1994). Un site Web (www.tc.gc.ca) a également été créé, conjointement avec une série de Bulletins de la faune, affiches et vidéos traitant des problèmes des impacts d'oiseaux dans les aéroports canadiens.

Transports Canada a reconnu récemment la nécessité de publier un nouveau guide pratique, complet et d'utilisation facile consacré à la gestion du péril faunique, pour les raisons suivantes :

- Une analyse récente des statistiques des impacts d'oiseaux et de mammifères indique que les coûts des dommages sont beaucoup plus importants qu'on ne l'avait cru auparavant.
- Des versions militaires de gros avions de transport à réaction civils ont été impliquées dans plusieurs accidents mortels survenus récemment.

- L’explosion récente des populations de certaines espèces d'oiseaux à risque élevé.
- La complexité accrue de la gestion des populations fauniques en raison des inquiétudes exprimées par les groupes de conservation de la faune.
- La possibilité d'inclure les résultats des recherches les plus récentes sur les impacts de la faune.
- L'évolution du rôle de Transports Canada : d'exploitant, d’organisme de réglementation et de fournisseur de services à celui d'organisme de réglementation uniquement.
- La privatisation du système canadien de l'aviation civile a conduit à la prise en charge par le secteur privé des aéroports et des systèmes de navigation aérienne.

Un nouveau regard sur le problème des impacts d'oiseaux

Un ciel à partager présente aux professionnels de l'aviation des renseignements généraux pertinents et complets sur la nature et l'ampleur du problème des impacts d'oiseaux. Cet ouvrage décrit et recommande également des stratégies efficaces de réduction des risques associés aux impacts de la faune.

À qui cet ouvrage s'adresse-t-il ?

Un ciel à partager est publié par Transports Canada et est rédigé en premier lieu à l'intention des professionnels de l'aviation au Canada et aux États-Unis, où la circulation aérienne est la plus dense du monde. Toutefois, les auteurs reconnaissent que les impacts de la faune surviennent partout dans le monde. Nous faisons allusion dans les différents chapitres à l’excellent travail accompli en Europe, en Israël et ailleurs. Nous sommes persuadés que le présent ouvrage sera utile et retiendra l'attention de nombreux lecteurs dans le monde.

Chapitre 1

Coût des impacts de la faune et responsabilité légale

Introduction

Les coûts d'exploitation dans l'industrie aéronautique sont extrêmement élevés, la concurrence est acharnée et les marges bénéficiaires limitées dans la plupart des cas. S'il convient d'affecter des ressources à la réduction des dommages aux aéronefs causés par les impacts d'oiseaux et de mammifères, seule une analyse de rentabilisation solide assurera l'affectation de ces fonds. Ce chapitre se veut une première étape de cette démonstration en expliquant les variables qui influent sur les coûts des impacts de la faune.

Étant donné que la responsabilité légale est un aspect crucial des coûts associés aux collisions avec la faune—notamment lorsque l'accident cause la perte totale de l'appareil et fait des victimes—ce chapitre passe également en revue le concept de responsabilité et la façon dont il s'applique au risque que représente la faune.

Une équation de la force d'impact

Le coût d'un impact de la faune est directement lié à la partie de l'aéronef endommagée et à l'importance des dommages, qui est déterminée par la force de l'impact créé par la collision entre l'aéronef et l'animal.

Un calcul précis de la force de l'impact sur l'aéronef tient compte du poids de l'oiseau, de la vitesse de l'impact, des dimensions et de la configuration de l'oiseau, de sa densité et de l'angle d'impact. Exprimée par une équation, la force de l'impact sera proportionnelle à la masse de l'oiseau et au carré de la vitesse d'impact (v. l'annexe 12-1 pour des renseignements supplémentaires sur la force d'impact). En appliquant des chiffres plausibles, un oiseau de 4 lb qui frappe un aéronef naviguant à 250 km produit une force d'impact de 38 000 lb environ. À une vitesse de 400 km, la force augmente à 100 000 lb.

Toutes les parties antérieures de l'aéronef sont exposées au risque d'une collision avec des oiseaux. Le dessous et le train d'atterrissage sont également vulnérables durant le

Partie touchée	Collisions signalées en pourcentage (lorsque le point d'impact est mentionné)	Partie touchée	Collisions signalées en pourcentage (lorsque le point d'impact est mentionné)
Nez	19	Radome	4
Aile	13	Empennage	2
Moteur	13	Queue	1
Fuselage	11	Feux	1
Train d'atterrissage	9	Tube de Pitot	1
Pare-brise	7	Toutes les autres parties	15
Hélice	4		

Tableau 1.1 Partie de l'aéronef frappée lors d'impacts d'oiseaux – Canada et É.-U., (1991-1999). Il faut noter que la proportion des collisions avec la faune qui touchent les moteurs a progressivement augmenté ces dernières années, ce qui s'explique probablement par l'augmentation des surfaces frontales des moteurs à double flux dont sont dotés de plus en plus les avions à réaction commerciaux.

décollage et l'atterrissage, lorsque l'angle d'inclinaison longitudinale de l'aéronef est plus élevé. Dans les cas où l'altitude est mentionnée, près de 75 pour cent des impacts d'oiseaux signalés ont lieu à moins de 500 pieds. Les collisions avec des mammifères, à l'exception de celles qui impliquaient des chauves-souris, sont limitées aux phases de roulement durant le décollage et l'atterrissage. Les données de Transports Canada montrent que dans le cas où la phase du vol est mentionnée, près de 90 pour cent des impacts de la faune surviennent justement au cours du décollage et de l'atterrissage.

Points d'impact

Les données les plus récentes au Canada et aux États-Unis – présentées au tableau 1.1 - indiquent qu'en moyenne, le nez, les ailes et le moteur sont les points de l'aéronef les plus fréquemment frappés.

Coûts des dommages causés par les impacts de la faune

Plusieurs paramètres doivent être pris en compte lors de l'évaluation de l'ampleur du dommage qui pourrait être causé à un turbomoteur :

- Taille et poids de l'oiseau
- Vitesse de l'aéronef
- Type de réacteur
- Diamètre de l'entrée d'air
- Réglage de puissance du moteur
- Emplacement exact de l'impact sur l'aéronef

Examinons de quelle façon les impacts de la faune affectent les différents composants de l'aéronef :

Turboréacteurs

La plupart des petits oiseaux isolés qui sont frappés par les turboréacteurs sont déchiquetés par les aubes mobiles du premier étage et traversent l'intérieur du réacteur sans causer de dommage important. Un seul impact d'un oiseau de taille moyenne et des collisions avec plusieurs oiseaux de petite taille provoquent fréquemment des dommages au réacteur. Les ailettes de la soufflante peuvent se plier ou se déformer. Plusieurs ailettes peuvent se briser sous l'impact plus grave d'un ou plusieurs oiseaux de grande taille. Les débris ingérés par le réacteur endommageront les étages suivants du moteur en entraînant parfois une panne moteur ou la destruction totale du réacteur. Dans quelques cas, il y a eu panne moteur non confinée. Des pièces du moteur éjectées par le capot moteur peuvent endommager également d'autres composants des systèmes ou de la structure de l'aéronef..

Deux conclusions se dégagent de l'emploi plus fréquent de turboréacteurs à double flux et à taux de dilution élevé :

- La surface frontale accrue du réacteur augmente la possibilité d'impacts individuels ou multiples avec des volées d'oiseaux.

- L'air aspiré étant amené jusqu'à 80 % autour du générateur de gaz principal du réacteur, une partie des débris de l'oiseau est souvent rejetée loin du centre du moteur plus vulnérable.

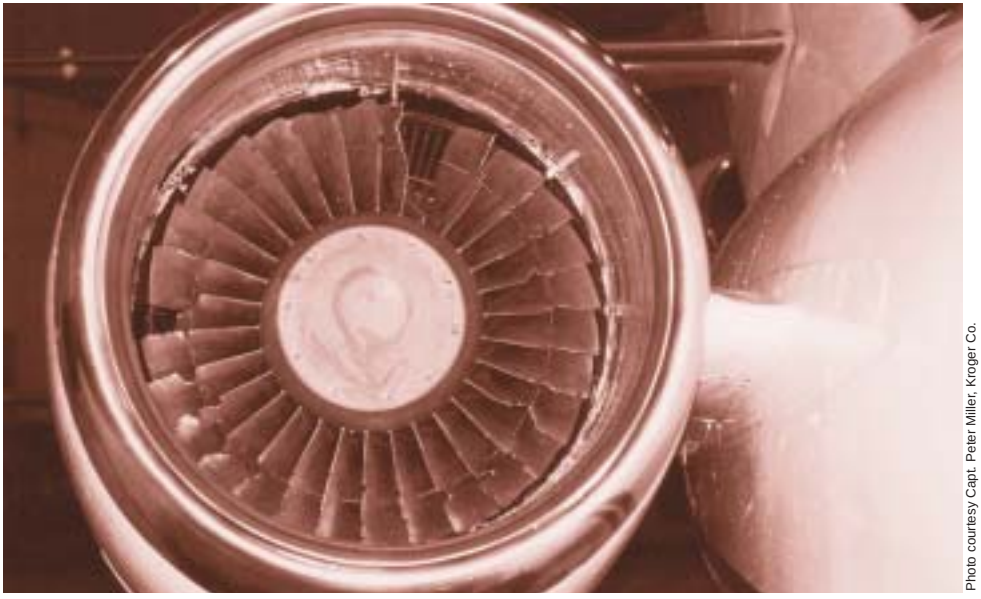


Photo courtesy Capt. Peter Miller, Kroger Co.

Dommage non confiné causé au réacteur par l'ingestion de canards à l'aéroport Lunkin, 25 janvier 1999. Jet d'affaires Falcon 10.

Malgré des améliorations de conception, force est de constater que ces nouveaux moteurs sont endommagés presque aussi souvent que les modèles des premières générations.

Les turboréacteurs d'aujourd'hui sont des appareils de précision soigneusement réglés. L'ingestion d'un oiseau, si petit soit-il, exige pour le moins une inspection. Un dommage même mineur de la soufflante du premier étage peut se traduire par des coûts importants (16 000 $ US pour une nouvelle aube dans un réacteur CFM56) de réparation ou de remplacement des ailettes endommagées. Le coût de remplacement d'un réacteur grimpe à plusieurs millions de dollars, auquel cas l'aéronef sera hors service pendant toute une journée au minimum.

Moteurs à pistons, turbopropulseurs et turbomoteurs

Ces moteurs sont généralement moins susceptibles de subir d'importants dommages résultant des impacts d'oiseaux. Les surfaces d'admission sont beaucoup moins grandes que celles des réacteurs à double flux et l'hélice ou les pales du rotor offrent une protection accrue en éloignant les débris d'oiseau des entrées d'air du moteur. Normalement, les impacts de mammifères sur ces types de moteurs ne provoquent aucun dommage direct. Toutefois, les pales endommagées d'une hélice peuvent avoir des conséquences catastrophiques. En déséquilibre de charge, le moteur peut être très endommagé et se détacher de ses points d'attache.

Pare-brise

Un impact à hauteur du pare-brise a des conséquences diverses allant de petites traînées de sang à un pare-brise qui vole en éclats. Dans un certain nombre de cas, lorsque l'oiseau pénètre dans l'avion, les restes et les pièces du pare-brise ont causé des blessures et parfois même la mort de membres de l'équipage.

Dans les aéronefs équipés de moteurs à pistons et les hélicoptères, les pare-brise sont souvent en Plexiglas léger qui n'est pas certifié pour résister à un impact d'oiseau important. Même si ces aéronefs tournent à des vitesses inférieures à celles d'un avion à réaction et la force de l'impact est réduite, on a enregistré de nombreux cas de bris de pare-brise et de pénétration de l'habitacle. Le pare-brise d'un monomoteur sera moins vulnérable à cause de la protection offerte par le moteur et l'hélice. Dans le cas des hélicoptères, la surface très importante du pare-brise entraîne davantage de risques. En outre, les hélicoptères passent une proportion plus grande de leurs heures de vol à de basses altitudes où les volées d'oiseaux sont plus fréquentes.

Le coût du remplacement d'un pare-brise peut être de 2 000 $ pour un aéronef d'aviation générale et de 100 000 $ dans le cas d'un grand avion à réaction. La réparation ou la durée du remplacement peut varier de quelques heures à plusieurs jours, selon le dommage causé à la structure du fuselage adjacente.

Un Piper PA-44 après un impact avec un urubu noir à 2 000 pieds AGL et 140 nœuds. Octobre 2000. Daytona Beach (Floride).

Structures de l'aile et de la queue

Une collision à hauteur du bord d'attaque de l'aile ou d'un composant de la queue peut produire une bosse ou un trou du revêtement et même le froissement ou la déchirure du métal. Si l'oiseau est lourd ou dense et la vitesse de l'aéronef suffisamment élevée, l'animal peut pénétrer dans la structure et endommager les longerons et les câbles de commande ou les composants hydrauliques. Sur de nombreux modèles, les ailes incorporent des dispositifs hypersustentateurs, tels que des volets ou des becs de sécurité soit sur le bord d'attaque soit sur le bord de fuite de l'aile. Ces dispositifs aussi peuvent être endommagés sous l'effet d'un impact d'oiseau. Les coûts des réparations peuvent être négligeables dans le cas d'une légère bosse qui doit être débosselée mais incroyablement élevés si le dommage touche des structures ou des systèmes vitaux de l'aéronef.

Train d'atterrissage

À première vue, le train de l'aéronef semble se composer de pièces très résistantes capables d'absorber d'importantes charges en phase d'atterrissage. Toutefois, un examen plus attentif montre que le train d'atterrissage principal utilisé sur les avions d'aujourd'hui comprend de nombreux composants vulnérables tels que conduites hydrauliques, câbles électriques, solénoïdes et micro-interrupteurs. Les impacts d'oiseaux causent rarement des dommages structurels importants au train.

Toutefois, les collisions avec des mammifères, notamment le cerf, peuvent causer des dommages importants. Les coûts de réparation du train vont de quelques centaines de dollars pour le remplacement des conduites hydrauliques et des micro-interrupteurs

endommagés à plus de 100 000 $ en cas de dommages structurel des composants du train d'atterrissage principal.

Autres composants

Comme le décrit le tableau 1.1, beaucoup d'autres pièces de l'aéronef subissent des dommages—en entraînant des coûts et une durée de réparation variables—sous l'effet d'impacts d'oiseaux et de mammifères. Parmi d'autres composants, mentionnons les radomes, les phares d'atterrissage et les tubes de Pitot. Les coûts de remplacement de ces pièces peuvent s'élever à plusieurs milliers de dollars et la durée de la réparation varier de plusieurs heures à plusieurs jours.

Dommage à effet retardé

Parmi les effets les plus nuisibles des impacts d'oiseaux, on compte les dommages qui ne sont pas détectés immédiatement. On dénombre des cas documentés dans lesquels les moteurs d'un aéronef frappés par des oiseaux sont tombés en panne au cours de vols ultérieurs, malgré les inspections visuelles qui n'ont signalé aucun dommage. Fréquemment, le dommage n'est pas détecté jusqu'au moment où on procède à une inspection périodique et des essais non destructeurs sont effectués sur des pièces désassemblées de l'aéronef.

Éventail des coûts consécutifs aux impacts de la faune

Le coût total de l'impact de la faune est la somme des coûts directs et indirects, des coûts accessoires et des coûts associés aux pertes de la coque et des vies humaines et à la responsabilité légale.

Coûts directs

Les coûts directs se rapportent à la réparation ou au remplacement des pièces endommagées et comprennent le coût réel des pièces et de la main-d'œuvre et les frais généraux connexes.

Les données de l'industrie sur ces coûts directs de réparation sont disponibles, mais on a procédé à peu d'analyses pour isoler les coûts de réparation attribuables aux impacts de la faune des autres dommages par corps étranger (FOD). Le fait que les impacts de la faune ne sont pas suffisamment signalés donne à penser que les sommes indiquées dans les données relatives aux coûts de réparation seront faibles. Les données disponibles indiquent que les coûts de réparation attribuables aux impacts de la faune sont élevés. H. Lehmkuhl, de la Division des assurances des lignes aériennes allemandes Lufthansa, a établi qu'entre 1985 et 1994, la compagnie aérienne avait enregistré 2 637 impacts d'oiseaux, dont 807 (31 %) avaient causé des dommages. Durant les cinq dernières années de cette même période, le coût direct moyen des impacts ayant causé des dommages s'élevait à 45 792 marks allemands (DM), soit près de 31 600 $ (CAD). (La Lufthansa est la seule compagnie qui réunit des informations complètes sur les impacts d'oiseaux avec ses aéronefs.) Aux États-Unis, la FAA signale entre 1991 et 1999

un coût direct moyen des impacts ayant causé des dommages d'environ 90 000 $ US, soit près de 135 000 CAD. Ces chiffres n'incluent aucun accident ayant entraîné la perte de la coque.

Coûts indirects

Les impacts de la faune peuvent entraîner également des coûts indirects importants pour les exploitants d'aéronefs. Les coûts indirects sont influencés par l'importance du dommage causé à l'aéronef, par la distance de la station de réparation la plus proche de l'exploitant, la taille de la flotte de la compagnie aérienne et la nature des activités de l'exploitant (transport de passagers, avion-cargo, vols affrétés). Les coûts indirects peuvent inclure une partie ou la totalité des postes de dépenses suivants :

- Carburant consommé et largué au cours des procédures d'atterrissage d'urgence
- Transport des pièces de rechange et des mécaniciens sur les lieux
- Coût d'hébergement et des repas pour les équipes de réparation
- Hébergement, indemnités et repas pour les passagers bloqués et les équipages
- Aéronef de remplacement
- Équipage de remplacement
- Correspondances manquées et nouvelles réservations des passagers sur des vols de remplacement, souvent par d'autres transporteurs
- Effets de retards par rapport à des horaires hautement intégrés, spécialement dans le cas des lignes aériennes dont les activités s'articulent autour de plaques tournantes
- Remplacement de l'avion endommagé sur des vols programmés ultérieurement, jusqu'à ce que les réparations soient effectuées
- Coûts du temps d'immobilisation de l'aéronef endommagé
- Pénalités contractuelles pour la livraison retardée du fret
- Perspectives d'affaires perdues pour les passagers retardés
- Perte de la confiance et de la faveur des passagers

Les coûts indirects des impacts d'oiseaux et de mammifères ne sont pas bien documentés. Certains des exemples énumérés ci-dessus ne sont pas pris en compte par les compagnies aériennes. H. Lehmkuhl, de la Lufthansa, estime que dans de nombreux cas, voire la plupart, les coûts indirects associés à un impact d'oiseau qui entraîne des dommages sont plus importants que les coûts directs. Toutefois—pour donner un ordre de grandeur de ces coûts—les renseignements dont on dispose montrent qu'à chaque heure de retard s'attache un coût pouvant atteindre 15 000 $ US. Une compagnie aérienne peut avoir à payer plus de 3 000 $ pour un passager qui manque une correspondance transcontinentale. Les données compilées par la FFA (États-Unis) corroborent l'opinion selon laquelle les coûts indirects dépassent les coûts directs lorsque le temps d'immobilisation entre dans le calcul. En fait, on admet communément au sein de l'industrie que les coûts indirects dépassent les coûts directs par un facteur de quatre.

Coûts accessoires

Les coûts accessoires sont ceux qu'assument le propriétaire ou l'exploitant de l'aéroport, les organismes investis d'un pouvoir de réglementation, les autres usagers de l'aéroport et les organismes d'intervention d'urgence face aux conséquences des impacts d'oiseaux ou de mammifères. Les coûts accessoires s'étendent aux postes suivants :

- Clôtures de piste
- Services d'urgence de l'aéroport
- Services d'urgence hors aéroport (ambulances, pompiers, police, salle d'urgence d'hôpital en attente)
- Nettoyage des pistes et travaux de réparation
- Retards des départs et arrivées des vols
- Carburant consommé par les aéronefs pendant les retards
- Programmes de gestion de la faune sur site
- Services de recherche et de secours hors aéroport
- Enquêtes d'accident et vérifications de sécurité
- Assurance responsabilité
- Administration des organismes de réglementation associés à la couverture des risques d'impacts d'oiseaux et de la faune

Les coûts accessoires sont rarement pris en compte dans l'analyse des collisions avec la faune, bien que certaines estimations soient accessibles. Selon ces dernières, les coûts associés aux retards d'un vol se situent entre 6 000 $ et 15 000 $ US l'heure. Le coût de l'enquête menée à la suite d'accidents d'une extrême gravité comme ceux du Boeing 747 de la TWA au large de Long Island (état de New York) et du MD-11 de Swissair non loin des côtes de la Nouvelle-Écosse (Canada) peuvent dépasser plusieurs millions de dollars.

Coûts découlant de la perte de coques et de vies humaines

Bien que le sort n'ait pas épargné les avions militaires (v. Chapitre 13), on ne connaît aucun cas récent d'accident d'un jet gros-porteur transportant des passagers civils qui ait été causé par un impact de la faune. De nombreux signes précurseurs, cependant, font craindre l'éventualité d'un accident catastrophique par impact d'oiseaux dans un proche avenir. Les coûts associés à un tel accident seraient astronomiques. Le prix d'un aéronef neuf augmente constamment. En 1996, on dénombrait plus de 1 000 aéronefs en exploitation ou commandés dont le prix unitaire s'élevait à plus de 100 millions $ US. Un Boeing 747-400 neuf coûte plus de 250 millions $ US. Les dommages-intérêts récemment versés aux États-Unis aux passagers avoisinent 2,5 millions de dollars par décès—des sommes qui ne devraient pas diminuer. En appliquant ces chiffres, le coût d'un accident provoqué par un impact d'oiseaux et entraînant la perte d'un B747 de livraison récente ou d'un avion gros-porteur transportant de 300 à 400 passagers pourrait dépasser facilement 1 milliard $ US - ces coûts étant directement associés à un accident de ce type et aux responsabilités légales qui en découlent. Comme il a été déjà noté, les coûts indirects et accessoires peuvent être également importants. Même un

accident fatal impliquant un modèle plus ancien de petit porteur tel qu'un B737-200 ou un DC-9 pourrait aisément comporter des coûts proches de 100 millions $ US.

Coût annuel total des impacts d'oiseaux et de mammifères

Actuellement, il n'est pas possible de déterminer précisément le coût annuel que représentent les impacts d'oiseaux et de mammifères pour l'industrie aéronautique dans les grands pays. Les données ne sont pas disponibles ou n'ont pas été réunies. Plusieurs pays ont essayé de déterminer ces coûts, mais chacune de ces tentatives comportait des lacunes en raison d'un manque de données essentielles.

La plupart des renseignements dont on dispose sur les coûts des dommages portent sur les aéronefs des compagnies aériennes et autres avions commerciaux, turboréacteurs et multimoteurs. On dispose de peu d'informations sur les coûts des dommages causés aux hélicoptères et encore moins aux aéronefs de l'aviation générale, qui comprennent près de 339 000 aéronefs privés enregistrés dans le monde. Les estimations disponibles du total des coûts annuels des dommages causés par des impacts de la faune sont en outre considérablement faussés par de graves accidents avec perte de coque, qui viennent gonfler de façon démesurée les statistiques d'une année donnée. Il faut obtenir des données pluriannuelles documentées pour que l'industrie puisse établir une moyenne plausible des coûts à long terme.

Malgré tout, les données disponibles montrent suffisamment que les coûts associés aux impacts de la faune constituent une portion importante des dépenses d'exploitation annuelles des compagnies aériennes. Des rapports ponctuels fournis par les dirigeants d'une jeune compagnie aérienne nord-américaine qui a fait faillite indiquent que les coûts associés aux dommages causés par les impacts d'oiseaux ont été un facteur déterminant dans le dépôt du bilan. Des renseignements récents fournis par des cadres supérieurs de la compagnie aérienne indiquent que 40 % des coûts annuels de la United Airlines dus aux FOD sont attribuables à des impacts d'oiseaux. Robinson (1996) signale qu'une compagnie aérienne du Royaume-Uni estime que les impacts d'oiseaux représentent près de 20 pour cent des coûts de FOD. En supposant le chiffre de 30 pour cent dans toute l'industrie, le coût total varie entre 64 millions et 107 millions $ US, sur la base d'une estimation des coûts de FOD par l'industrie aéronautique de près de 320 millions $ US par an.

Encore une fois, il ne s'agit là que de coûts directs. Les experts de la gestion de la faune de l'industrie aéronautique croient que si l'on inclut tous les autres coûts associés aux dommages causés par les impacts de la faune, le coût annuel pour l'industrie aéronautique nord-américaine peut être évalué de façon réaliste à plus de 500 millions de dollars.

Responsabilité légale

Auparavant, les impacts d'oiseaux étaient souvent considérés comme des cas de force majeure. En conséquence, nul ne pouvait être tenu responsable de ce genre d'accidents.

Grâce au travail accompli par de nombreux spécialistes des sciences naturelles, on commence à démythifier l'idée qu'il est impossible de gérer la faune. Les types de comportement de certaines espèces d'oiseaux et de mammifères à proximité des aéroports sont raisonnablement prévisibles. Ces comportements peuvent être modifiés souvent par des interventions fondées sur les résultats d'études exhaustives. En n'acceptant pas de prendre des mesures pour réduire le nombre d'oiseaux et de mammifères à risque sur les aéroports ou à proximité, les organismes et les directions s'exposent à une responsabilité éventuelle, comme l'atteste le bref aperçu du concept de responsabilité et de la législation canadienne applicable ci-dessous.

Négligence et responsabilité

Le principe fondamental de responsabilité dépend de la preuve établissant la négligence. Les parties sont jugées négligentes lorsqu'elles agissent sans diligence raisonnable ou lorsqu'elles omettent d'agir et que des personnes dont elles auraient dû tenir compte en sont affectées. Si un plaignant fait la preuve qu'un défendeur a été négligent, ce dernier sera tenu responsable des dommages.

La responsabilité peut être soit civile soit pénale. Les sanctions appliquées en cas de responsabilité pénale prévoient des amendes et une peine d'emprisonnement. En cas de responsabilité civile, ces pénalités se limitent à l'obligation de réparer le dommage causé. Toutefois, dans certains pays—notamment aux États-Unis—la responsabilité civile implique également l'imposition de dommages punitifs importants. Comme on l'a vu précédemment, les coûts des dommages consécutifs à une perte de coque majeure imposés à une ou plusieurs parties peuvent dépasser 1 milliard $ US, si la preuve de négligence est établie.

Il importe de comprendre que les notions de négligence et de responsabilité s'appliquent à toutes les personnes et entreprises associées aux opérations aériennes, notamment les exploitants d'aéroport, les fournisseurs des services de la circulation aérienne, les pilotes, les employés d'aéroport et les entrepreneurs de gestion de la faune de l'aéroport. Même les secteurs n'appartenant pas à l'industrie aéronautique peuvent être en cause, par exemple, les entrepreneurs d'élimination de déchets.

Loi canadienne

Au Canada, l'utilisation d'un aéronef en toute sécurité est régie en vertu de la loi par les devoirs et obligations—résumés ci-dessous—imposés aux propriétaires, aux exploitants et aux usagers des aéronefs et des aéroports.

Devoirs et obligations en common law

La common law se fonde sur les précédents et s'articule autour de deux termes clés : *devoir de diligence et devoir de mise en garde*. Les principes appliqués pour déterminer si les devoirs et obligations qui incombent ont bien été exercés sont ceux du *caractère raisonnable* et de la *diligence raisonnable*. Une explication de ces termes exigerait plusieurs pages mais les concepts fondamentaux sont assez simples. Dans les cas découlant de

collisions avec la faune, on doit exercer une diligence raisonnable pour que l'aéronef soit exploité en toute sécurité; les personnes responsables doivent se montrer diligentes en étant au fait des circonstances et de la technologie qui permettent d'être prévenus de tout danger.

Dans le cas des exploitants d'aéroport, cela comporte l'obligation de minimiser le risque d'impacts de la faune susceptibles de toucher un aéronef en créant et en appliquant un programme de gestion de la faune qui sensibilise les intervenants aux risques non gérés. De même, les ATS sont également responsables d'avertir les pilotes des risques liés à la faune à l'aéroport et de faire connaître les activités de la faune au personnel de gestion de la faune de l'aéroport. Les pilotes sont tenus de modifier les paramètres de vol afin d'éviter des risques connus et d'informer les exploitants d'aéroport des situations dangereuses. Quiconque est associé aux opérations aériennes doit faire preuve de diligence raisonnable en s'acquittant des tâches qui lui incombent.

Devoirs et obligations convenus et dictés par les contrats

Les contrats imposent des devoirs et des obligations à tous les signataires—devoirs et obligations qui peuvent s'étendre au-delà des parties contractantes. Par exemple, les entrepreneurs qui fournissent des services de gestion de la faune à un exploitant d'aéroport peuvent également avoir une part de responsabilité dans les dommages survenant à un aéronef exploité à l'aéroport. Les exploitants d'aéroport sont responsables de surveiller l'efficacité du programme de gestion de la faune de l'aéroport et doivent s'assurer que les entrepreneurs s'acquittent de leurs obligations.

Il faut également définir avec soin les contrats conclus entre les exploitants d'aéroport et les locataires. En l'absence du contrôle des agissements d'un locataire susceptibles de créer des risques, l'exploitant d'aéroport peut être tenu responsable en cas d'accident.

Devoirs et obligations imposés par les lois sur la responsabilité des occupants

Les aéroports au Canada sont assimilables à toute propriété en ce qu'ils sont régis par des lois édictées par la province ou le territoire compétent. Les dispositions de la *Loi sur la responsabilité des occupants* de l'Ontario (L.R.O. 1990, c. 02) sont citées ci-dessous et illustrent les principes énoncés dans la loi.

> 3. (1) Un occupant des lieux a l'obligation de prendre le soin qui s'avère raisonnable dans toutes les circonstances en cause pour veiller à ce que les personnes qui entrent dans les lieux et les biens qu'elles y apportent soient raisonnablement en sûreté lorsqu'ils s'y trouvent.
>
> (2) L'obligation de prendre soin au paragraphe (1) s'applique, que le risque soit causé par l'état des lieux ou par une activité qui y est exercée.

Notons également qu'un des articles de cette loi stipule que *« lorsqu'un occupant a des obligations imposées par les lois en vigueur, elles peuvent ne pas être sujettes à restriction. »*

Cela signifie qu'un contrat ne peut inclure un déni de responsabilité dans des termes qui évitent les obligations imposées par la loi.

Dans l'application de cette loi, les termes *propriétaire de l'aéroport*, *exploitant* et *usager* sont désignés dans la loi d'*occupant*, de *visiteur légitime* et de *titulaire*. Dans les termes les plus simples, un exploitant d'aéroport est un *occupant* et la compagnie aérienne un *visiteur légitime*. Le fait que l'exploitant d'aéroport perçoive des droits d'une compagnie aérienne—et qu'il ait invité la compagnie aérienne à utiliser le site—lui confère une responsabilité importante en vue de la gestion d'un terrain offrant des garanties de sécurité.

Études de cas en matière de responsabilité légale

Ces exemples de cas faisant jurisprudence peuvent contribuer à illustrer les concepts de responsabilité civile et pénale tels qu'ils s'appliquent aux impacts de la faune :

Falcon 20—Norwich (Angleterre), 1973

Le 12 décembre 1973, un avion d'affaires à réaction Falcon 20 avec neuf personnes à bord entre en collision avec des mouettes et des goélands à tête noire immédiatement après le décollage de l'aéroport de Norwich. L'impact cause de graves dommages aux deux réacteurs. L'écrasement, qui détruit l'aéronef, fait un blessé léger. Le juge chargé de l'affaire a écrit que les défendeurs (l'exploitant d'aéroport) avaient à l'égard des plaignants (l'exploitant d'aéronef et les occupants) un devoir général de prudence—c'est-à-dire l'obligation de prendre un soin dans l'exercice de leurs activités à l'aéroport jugé raisonnable dans les circonstances. Après avoir étudié les nombreux éléments de preuve, le juge a établi que les défendeurs avaient manqué à leur devoir et qu'ils devaient payer des dommages-intérêts aux plaignants. Autrement dit, l'exploitant d'aéroport n'a pas fait preuve d'une diligence raisonnable dans la gestion des risques d'impacts d'oiseaux sur les lieux.

Sabreliner—Watertown (É.-U.), 1975

Le 14 juin 1975, un bimoteur NA265 Sabreliner ingère des mouettes dans les deux moteurs en rotation en provenance de l'aéroport de Watertown. L'aéronef s'écrase. Les deux ailes sont arrachées et un grave incendie s'ensuit. Trois des six personnes à bord sont blessées et l'aéronef est une perte totale. La Safeco Insurance Company a intenté une action contre l'exploitant de l'aéroport, en l'occurrence la Ville de Watertown. Le tribunal a soutenu que la cause immédiate de l'accident était le fait que le pilote n'avait pas été mis en garde contre la présence des oiseaux. L'exploitant d'aéroport a dû payer la valeur totale de l'aéronef détruit.

Concorde—New York (É.-U.), 1995

Un Concorde d'Air France entre en collision avec des bernaches du Canada dans sa manœuvre d'atterrissage à l'Aéroport international John F. Kennedy le 3 juin 1995. Deux des quatre réacteurs de l'avion supersonique prennent feu et sont détruits. Air

France a poursuivi en justice l'exploitant de l'aéroport (Port Authority of NY & NJ) pour la valeur des deux réacteurs, soit 6 millions $. Après avoir payé des frais légaux considérables, les parties se sont entendues à la veille du procès sur un montant de 5,3 millions $ US. Une information anecdotique indique qu'en dépit d'un programme de gestion de la faune bien administré, l'aéroport avait négligé de prévenir l'équipage de la présence connue des bernaches du Canada.

Falcon 20 – Paris (France), 1995

À l'automne 1998, les autorités françaises ont porté une accusation d'homicide involontaire contre l'Administration des aéroports de Paris et trois anciens dirigeants pour leur rôle dans l'accident survenu à l'aéroport du Bourget. Les accusations étaient consécutives à l'écrasement d'un jet d'affaires Falcon 20 de Dassault qui avait frappé des vanneaux au décollage de l'aéroport, le 20 janvier 1995. Le pilote avait perdu le contrôle de l'aéronef après que les oiseaux ingérés eurent détruit le réacteur de gauche. L'avion s'était écrasé en tuant les 10 personnes à bord. Une enquête a déterminé que le personnel avait négligé de procéder aux opérations courantes d'effarouchement d'oiseaux avant l'accident. L'autorité aéroportuaire a été accusée de « *négligence et défaut de se conformer aux procédures normales de sécurité* ». La conclusion de l'affaire n'est pas encore connue à ce jour.

Sommaire

Nous avons tenté dans ce chapitre de faire valoir les arguments à l'appui d'une affectation des ressources susceptible de réduire le risque des impacts de la faune. Pour l'industrie aéronautique, deux messages ressortent :

- Les dommages découlant des collisions avec la faune coûtent des millions de dollars chaque année.

- Les tribunaux de plusieurs administrations ont indiqué que le défaut d'exercer une diligence raisonnable dans la gestion des risques de la faune se traduira par des verdicts de responsabilité au civil ou au pénal. (Il faut souligner que dans plusieurs autres affaires, un arrangement protégé par des clauses de non-divulgation est intervenu. À notre connaissance, aucune entente n'a été conclue et aucun verdict n'a été prononcé en faveur du défendeur.)

Chapitre 2

Prévention des impacts de la faune : l'approche fondée sur la sécurité du système

Appliquer un processus intégral axé sur l'accident qui doit être évité

Introduction

Le script suivant n'est pas tiré d'un film hollywoodien à suspense—il décrit un fait réel et donne une idée de ce qui est arrivé en juin 1993. À l'heure où le soleil matinal réchauffait l'atmosphère en laissant une sensation de moiteur après une pluie récente, un B-737 des Lignes aériennes Canadien roulait sur la voie de circulation de l'aéroport international de Calgary en prévision du décollage. Nous reproduisons ici la conversation entre les deux pilotes :

« Nous voyageons à pleine charge ce matin : 110 passagers et 12 400 livres de carburant. »

« Ouais, ce vol est toujours plein. Voyons si nous pouvons gagner quelques minutes et emprunter la piste 28 pour le décollage. »

Quelques instants plus tard :

« L'ATC dit que nous pouvons prendre la piste 28 sans problème. »

« Très bien. As-tu remarqué la quantité de mouettes dans les parages ces jours-ci ? »

« Ouais , regarde-les là-bas sur Foxtrot. »

Après les contrôles d'usage avant le décollage et l'obtention de l'autorisation de décoller, le pilote allume les phares d'atterrissage et actionne la manette de poussée. L'aéronef accélère le long de la piste, une vue superbe des contreforts des Rocheuses envahit le pare-brise.

« V_1. »

« Affirmatif. »

« Cabré. »

L'aéronef prend son envol, puis semble marquer un arrêt et se cabrer avant que l'équipage ne sente les roues principales quitter le tarmac. Puis la manœuvre normale est brusquement interrompue... par des mouettes.

Le pilote commandant de bord affirmait plus tard avoir eu l'impression de voler dans une « mer de blancheur ». Il se souvint de bruits stridents, d'odeurs étranges, d'une imprécation étouffée, puis—aussi soudain qu'il avait viré au blanc—le ciel redevint bleu. Mais l'aéronef perdait de l'altitude après avoir subi des impacts multiples et importants.

Les deux pilotes observèrent l'aiguille du variomètre remonter lentement. Une fois la vitesse ascensionnelle rétablie, ils rentrèrent le train d'atterrissage. Puis vint le moment d'évaluer la situation. Le réacteur gauche fonctionnait par poussées et éjectait des flammes de son échappement. À une altitude de 400 pieds AGL, ils relâchèrent la manette de commande gauche. La vitesse de l'aéronef se stabilisa dans la montée. Ils imprimèrent une accélération lente, levèrent les volets et ressentirent la traînée diminuer. Ils virèrent sur l'aile et entreprirent un lent virage en montant pour revenir à l'aéroport. Ils remirent l'aéronef en ligne de vol à près de 2000 pieds AGL mais les vibrations du réacteur droit—celui qui les maintenait dans les airs—s'intensifiaient. Il ne leur restait que le choix de desserrer le levier de commande du réacteur et de se diriger avec le vent vers la piste d'atterrissage.

Parvenu à proximité, le pilote baissa l'avant et tourna l'aéronef pour l'aligner sur la piste. L'équipage pouvait voir les véhicules incendie aéroportuaires se tenir prêts à intervenir. Quelques instants plus tard, tout était terminé et l'aéronef s'était posé sans autre problème. Les pilotes dégagèrent la piste et arrêtèrent le réacteur gauche avant de rouler vers l'aire de trafic.

On pourrait, rétrospectivement, alléguer que la catastrophe a été frôlée de près parce que la probabilité de risque couru était très supérieure à la normale. Mais il est vraisemblable que les pilotes du vol 661 de Canadien ne la savaient pas. Ils ne connaissaient pas l'existence d'une importante aire de couvaison de mouettes au nord-est de l'aéroport et ne savaient pas que pour se nourrir les mouettes avaient coutume de voler quotidiennement en direction des sites de décharge situés au sud-est et au nord-ouest. Ils ne pouvaient pas non plus savoir qu'un été extraordinairement pluvieux avait occasionné un certain nombre de changements au programme de gestion de la faune de l'aéroport. Les pilotes ignoraient qu'au cours des deux heures précédant le décollage, le directeur de service de l'aéroport et les ATS avaient détecté plusieurs grandes volées de mouettes à proximité des pistes n^{os} 28 et 34. L'enregistrement d'ATIS (Service transmission automatique de renseignements terminal) entendu par l'équipage du vol 661 de Canadien n'incluait pas l'avertissement de péril aviaire transmis une heure à peine avant leur départ. Comment auraient-ils pu savoir que les ATS et le personnel d'exploitation de l'aéroport étaient souvent gênés dans leur détection d'oiseaux au repos ou volant bas par des hautes herbes et le faible contraste de couleurs sur le terrain ondulé de l'aéroport ? Et l'équipage ne savait sans doute pas qu'il courait d'autant plus

de risque d'impact qu'il s'agissait du premier départ matinal à partir de la piste 28, où les oiseaux se tenaient souvent. L'adoption d'une approche fondée sur la sécurité du système aurait permis à l'équipage du vol 661 de tout savoir du risque qu'il courait.

L'approche fondée sur la sécurité du système

La *seule* façon de prévenir les impacts de la faune est l'application d'une approche fondée sur la sécurité du système—approche qui associe, de façon systématique et proactive, tous les intervenants.

La sécurité du système est axée sur les résultats : visant à prévenir les accidents, cette approche permet de déterminer tous les événements complexes et liés qui peuvent contribuer à les causer. Dans le cadre du système, on affecte des tâches spécifiques, étroitement liées, aux différents intervenants. Dans la mesure où toutes les personnes concernées remplissent leurs rôles, le système demeure intact et la sécurité est assurée.

Depuis ses origines dans le domaine du génie aérospatial après la Seconde Guerre mondiale, la sécurité du système a été adoptée par des industries nombreuses et variées—acceptée comme une pratique exemplaire donnant l'assurance d'une diligence raisonnable dans des industries où une défaillance peut conduire à des pertes catastrophiques.

MD-11, janvier 2201, Portland (Oregon). Dommage constaté à la suite d'un décollage interrompu à cause d'un impact d'oiseau. L'aéronef a frappé une mouette à Vr-176 kt en provoquant l'arrachement du capot avant et la destruction du moteur n° 3.

Impacts de la faune : un défi dynamique de gestion des risques

Le risque d'une collision avec un oiseau ou un mammifère est particulièrement élevé lorsqu'un aéronef évolue au sol ou vole à basse altitude. L'avion est particulièrement exposé au moment du décollage et en montée comme ce fut le cas à Calgary. Selon des données provenant de Boeing et du NTSB (National Transportation Safety Board) américain, 50 pour cent de tous les décollages interrompus à grande vitesse (décollages interrompus à des vitesses supérieures à 120 km/heure) sont provoqués par des impacts d'oiseaux.

Lorsqu'un aéronef fonctionne à sa masse maximale en opérations, alourdi de plusieurs tonnes de carburant qu'il consommera en vol, il approche la limite de l'enveloppe de performances certifiée. Un impact d'oiseau qui survient au décollage à peine avant ou à la V_1 contraint l'équipage à prendre en une fraction de seconde la décision d'interrompre ou de poursuivre le décollage. Si l'équipage opte pour une interruption, les freins, les roues et les pneus seront mis à l'épreuve lorsqu'il décide d'arrêter l'aéronef avant d'atteindre l'extrémité de la piste. S'il décide de poursuivre, ce sont les compétences de l'équipage qui seront mises à l'épreuve pour engager en vol et en montée un aéronef dont les moteurs et le fuselage ont subi des dommages encore indéterminés. Même en vol, ils manœuvreront un appareil lourd à des vitesses critiques, où la marge de manœuvre peut être limitée par la présence d'obstructions et la proximité du terrain. Du point de vue de la gestion, le risque est extrêmement important.

La formule de gestion du risque et son application à la gestion de la faune

Introduction à la gestion du risque

Comme l'indique la figure 2.1, la gestion du risque lié aux impacts de la faune comprend trois éléments :

1. réduction de l'exposition aux périls de la faune dans son ensemble,
2. réduction de la probabilité de frapper des animaux, et
3. réduction de la gravité d'une collision avec la faune.

Lorsque les trois composantes sont maîtrisées, la sécurité du système est optimale.

Réduction de l'exposition

La clé de la bonne gestion du risque consiste à réduire, dans toute la mesure du possible, l'exposition aux dangers. Le fait de porter tout simplement l'aéronef à des altitudes auxquelles la plupart des oiseaux ne volent généralement pas réduit souvent l'exposition à l'impact avec la plupart des espèces. Mais certains aéronefs ne peuvent voler à grande altitude et tous doivent décoller ou atterrir. Ce faisant, surtout au-dessus de plans d'eau ou à proximité des zones urbaines, l'exposition aux risques de collision augmente généralement. Le défi consiste à réduire l'exposition au risque lorsque l'aéronef évolue au sol et à de basses altitudes. La réduction de l'exposition inclut habituellement les activités stratégiques énoncées dans la formule de gestion du risque.

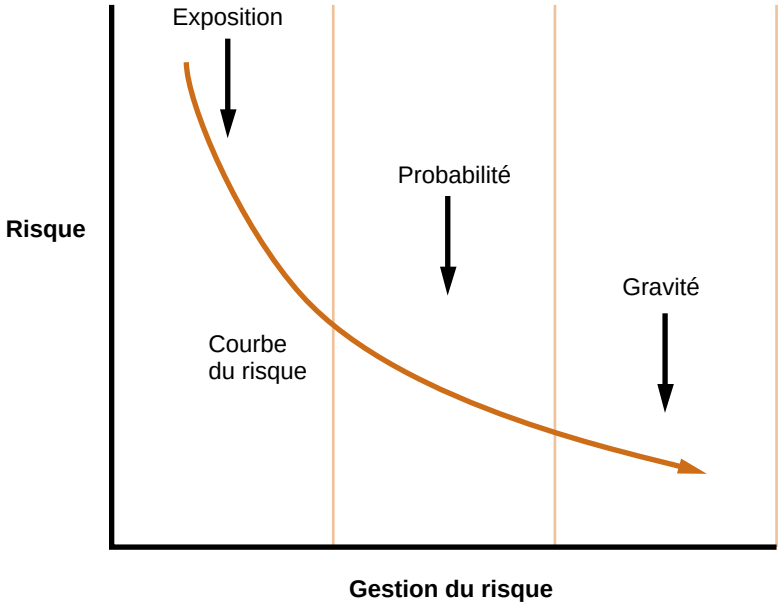


Figure 2.1 La formule de gestion du risque

Les oiseaux et les mammifères se trouvent toujours là où ils peuvent satisfaire au mieux leurs besoins physiques. Si les sources de nourriture sont limitées et leurs sites de nidification rares, les oiseaux et les mammifères rechercheront des habitats plus hospitaliers. Pour cette raison, les autorités municipales jouent un rôle important dans la réduction de l'exposition aux collisions avec des animaux; ce sont elles qui décident généralement de l'emplacement et la nature des sites de décharge et d'autres installations d'élimination des déchets en influant ainsi sur les activités de nombreuses espèces d'oiseaux. En outre, les intérêts commerciaux locaux doivent également contribuer à une solution; les pratiques agricoles et les établissements de restauration peuvent attirer des oiseaux qui autrement ne peupleraient pas la zone. Enfin, la manière dont les exploitants d'aéroport gèrent l'habitat sur le terrain d'aviation est capitale pour déterminer les oiseaux et les mammifères qui sont présents sur le terrain ou en bordure de l'aéroport.

Réduction de la probabilité

Peu importe dans quelle mesure les autorités municipales, les dirigeants d'entreprises locales et les exploitants d'aéroport réussissent à tenir les espèces à risque éloignées des terrains situés à proximité de l'aéroport, les animaux reviennent inévitablement se nourrir ou se reposer à ces endroits. La tâche devient alors celle de réduire la probabilité des impacts, par la détection, la dissuasion et l'évitement. Ces activités sont d'ordre tactique et viennent compléter les efforts stratégiques tendant à une réduction de l'exposition au risque décrits plus haut.

Le personnel de l'aéroport, les ATS et les pilotes jouent tous un rôle important dans la détection rapide et le signalement de mouvements de la faune à proximité des aéroports. Le personnel de l'aéroport patrouille périodiquement et méthodiquement le terrain. Les ATS scrutent le site avec des jumelles pour détecter des signes d'activité de la faune.

Une fois que les oiseaux et les mammifères sont détectés, le personnel de gestion de la faune est dépêché sur les lieux pour intervenir directement et amorcer des mesures concrètes de gestion. D'autres méthodes dissuasives sont plus passives et peuvent inclure l'envoi de signaux de détresse électroniques, des canons à gaz propane et des moyens de dissuasion chimique.

Il n'est pas surprenant que les pilotes jouent un rôle important dans la réduction de la probabilité d'une occurrence. Grâce à une observation attentive, ils peuvent agir rapidement pour éviter les collisions avec la faune. En communiquant l'emplacement, les types et le nombre d'oiseaux et de mammifères aux ATS, ils réduisent la probabilité que les autres aéronefs frappent les oiseaux qu'ils viennent tout juste d'éviter.

En allumant les phares d'atterrissage, les pilotes permettent aux oiseaux et aux mammifères d'apercevoir et d'éviter l'aéronef. Lorsque les conditions d'utilisation le permettent, ils peuvent planifier le moment de l'arrivée et du départ afin d'éviter des concentrations élevées d'oiseaux.

Le succès de ces tactiques repose sur une communication rapide et exacte, un aspect important de l'approche fondée sur la sécurité du système. Les oiseaux et les mammifères détectés par les pilotes, le personnel d'aéroport et les ATS demeurent une menace tant que l'information n'est pas communiquée à ceux qui peuvent prendre des mesures de gestion destinées à prévenir un impact.

Réduction de la gravité

Bien que les efforts de réduction de l'exposition et de la probabilité soient susceptibles de donner des résultats probants, des collisions se produiront inévitablement. C'est pourquoi le troisième élément de la formule de gestion du risque consiste à atténuer la gravité des dommages consécutifs à un impact.

Les constructeurs de moteurs mettent en ce moment au point des groupes motopropulseurs aptes à mieux supporter l'impact d'un ou deux oiseaux. Les constructeurs de cellules produisent des pare-brise et d'autres pièces permettant de détourner les oiseaux ou d'absorber l'énergie de leur impact. Les programmes de formation des compagnies aériennes renforcent les compétences des pilotes pour que les impacts de la faune soient gérés avec assurance et compétence. Les pilotes emploient de nombreux moyen de défense lorsqu'ils se préparent à des circonstances imprévues, notamment :

- utiliser à bon escient les dernières informations sur l'activité de la faune locale,
- être très vigilants durant les profils de vol à haut risque,

	Exposition	Probabilité	Gravité
Aéroports	X	X	X
Services de la circulation aérienne		X	
Compagnies aériennes		X	X
Constructeurs de moteurs			X
Constructeurs de cellules			X
Pilotes	X	X	X
Organismes de réglementation	X	X	X

Tableau 2.1 Résumé des responsabilités de la gestion du risque d'impacts d'oiseaux

- connaître les procédures d'urgence,
- chauffer le pare-brise afin d'assouplir la surface en cas d'impact,
- se protéger des débris de l'impact à l'aide de visières et, dans le cas des pilotes d'hélicoptère ou des pilotes militaires, porter des casques avec des visières allongées.

Résumé

La gestion du risque d'impact d'oiseaux comporte plusieurs volets. Comme l'illustre le tableau 2.1, les autorités aéroportuaires se trouvent à l'avant de la courbe du risque, prêtes à minimiser la présence d'oiseaux et à prendre des mesures pour les tenir éloignés de l'aéronef. Les compagnies aériennes et les constructeurs de cellules se tiennent principalement à l'autre extrémité de la courbe du risque en minimisant les effets de l'impact survenu. Les services de la circulation aérienne se trouvent près du centre de la courbe en assurant la détection et la communication afin que les autres puissent réduire le risque des impacts de la faune. Enfin, les pilotes – qui conjointement avec d'autres membres de l'équipage et les passagers bénéficieront ou seront les plus grands perdants de la situation—prennent les mesures qui influent sur les trois éléments de la courbe de gestion du risque.

Les failles du système de défense

Introduction

Les spécialistes de la gestion du risque parlent de l'aviation comme d'une industrie « à couplage étroit » évoluant dans un environnement hautement sensible. Cela implique qu'un changement apporté aux procédures de gestion du risque par un des intervenants peut réduire considérablement l'efficacité des interventions des autres. Il en ressort qu'en tant que moyen de défense contre les impacts de la faune, la gestion du risque est une activité en équilibre délicat associant de nombreux intervenants du milieu de l'aviation. Comme l'expérience le montre, il s'agit néanmoins d'un équilibre peu stable.

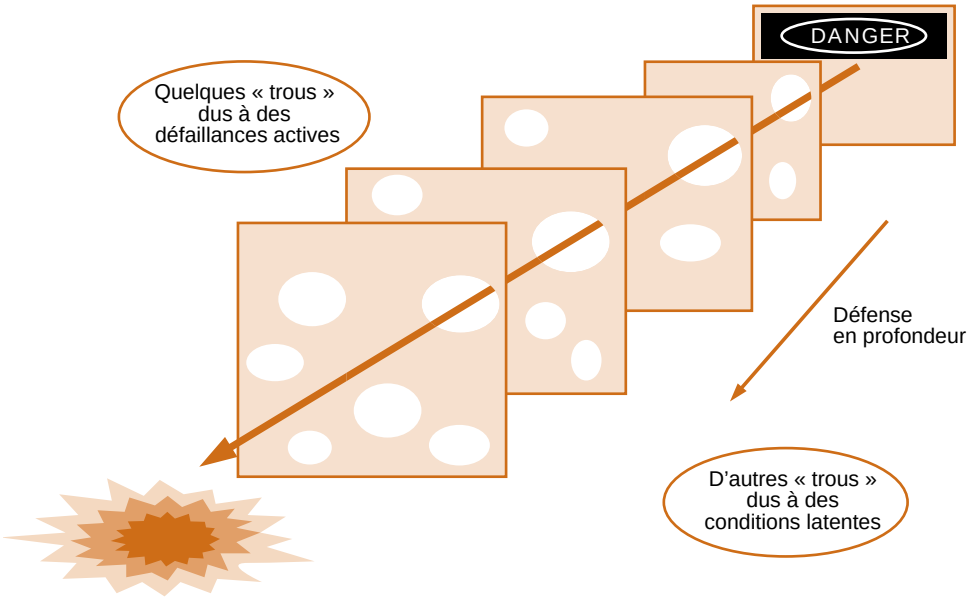

DANGER
Quelques « trous » dus à des défaillances actives
Défense en profondeur
D'autres « trous » dus à des conditions latentes

Figure 2.2 Trajectoire d'accident James Reason *(Reason, 1997)*

Dans le célèbre modèle en « gruyère » de James Reason, reproduit à la Figure 2.2 (Reason 1997), les défenses sont représentées comme des murs séparant la source du danger en toile de fond d'un accident à l'avant. Les trous dans le mur sont les failles du système. Le modèle illustre la nature poreuse de défenses bien établies; même ceux qui emploient les dernières avancées technologiques ne sont pas épargnés. Les raisons qui déterminent cette vulnérabilité peuvent être mieux comprises en examinant le comportement des personnes et des organisations dans des opérations à couplage étroit.

Puisque les impacts de la faune sont pour nous la source du danger, les murs peuvent être considérés comme des défenses dressées pour minimiser l'exposition à la faune et pour réduire la probabilité et la gravité d'un impact.

Qu'on imagine une situation dans laquelle un exploitant d'aéroport modifie des pratiques de gestion de la faune de longue date ou réaffecte des fonds à une autre partie de l'opération. Cette modification du cadre de la gestion des risques pourrait créer des trous dans les défenses d'autres intervenants, comme celles qui sont cruciales pour les compagnies aériennes qui exercent leurs activités à l'aéroport. Ces nouveaux trous pourraient s'ajouter à d'autres pratiques aéroportuaires jusque là inoffensives. Un accroissement soudain des impacts de la faune pourrait s'ensuivre.

Afin d'illustrer l'interconnexion délicate des lignes de défense contre les impacts de la faune, examinons quelques exemples qui, tout en étant fictifs, pourraient facilement se produire. À la lecture, notez à quel point les politiques et les décisions administratives prises chaque jour peuvent influer sur l'exposition, la probabilité et la gravité des

risques de la faune ressentis ailleurs. Notez également que, dans de nombreux cas, d'autres intervenants pourraient affronter efficacement ces risques s'ils étaient au courant du changement et de la nécessité d'agir différemment.

Exemples d'exposition accrue

- Un exploitant d'aéroport dont les routes sont surtout terrestres inaugure de nouveaux itinéraires le long de la côte. En raison de la forte densité de la circulation, les brefs segments de vol sont exploités à de basses altitudes. Il en résulte une exposition accrue aux espèces d'oiseaux planeurs qui font courir d'importants risques aux aéronefs. Bien que prévisible, ce risque pourrait ne pas être pris en compte dans la hâte d'introduire le nouveau service.

- L'achèvement d'une nouvelle piste alignée à 90 degrés par rapport aux pistes parallèles existantes permet l'envol régulier des avions transocéaniques au-dessus de terres humides très éloignées des terrains empruntés au préalable par l'aéronef. Il en résulte une exposition accrue des avions de passagers—exploités près de l'enveloppe de performances—à de larges volées d'oiseaux aquatiques.

- Une nouvelle entreprise de restauration à bord s'installe à proximité de l'aéroport. Les déchets de l'établissement attirent les mouettes de sites éloignés de plusieurs kilomètres. Le résultat est une exposition accrue aux volées d'oiseaux.

Exemples de probabilité accrue

- Les phares d'atterrissage d'un certain modèle d'aéronef ne peuvent être obtenus facilement, ce qui amène une compagnie aérienne à abroger sa politique de longue date qui impose l'allumage des phares sur les aéronefs qui évoluent à une altitude inférieure à 10 000 pieds. La compagnie aérienne économise de l'argent et le changement de politique est étendu à tous les modèles de sa flotte. De ce fait, la probabilité des impacts d'oiseaux augmente pour tous les types d'avion exploités par la compagnie.

- Dans un aéroport intérieur, des pluies d'une intensité inhabituelle dissolvent les agents chimiques utilisés sur le site pour tuer les vers qui attirent des espèces d'oiseaux à risque. La probabilité d'impacts d'oiseaux augmentera jusqu'à ce que des programmes de vaporisation nouveaux et efficaces soient prévus et mis en œuvre.

- Un nouveau moteur de pointe est adopté. Son admission est beaucoup plus large et le moteur plus silencieux que ceux de la génération précédente. Sa plus grande taille, conjuguée à la réduction du bruit, contribue à augmenter la probabilité des impacts d'oiseaux sur les avions équipés de ces moteurs.

Exemples de gravité accrue

- Par mesure d'économie, une compagnie d'hélicoptères n'impose plus à ses pilotes le port du casque muni d'une visière. Par conséquent, cet équipement est progressivement abandonné. Les pilotes courent donc de plus grands risques de blessures si une

collision avec des oiseaux se produisait. Les passagers et l'équipage sont exposés aussi à de plus grands risques car le pilote peut être incapable de poser l'appareil en toute sécurité.

- Des vitesses de vol plus élevées sont autorisées à une altitude inférieure à 10 000 pieds malgré le fait que les groupes motopropulseurs et la cellule soient conçus pour supporter seulement des impacts d'oiseaux survenant à des vitesses inférieures à 250 km. Des dommages plus importants pourraient découler de l'énergie accrue des impacts d'oiseaux.

Résumé

- Le changement est un aspect essentiel de l'aviation. Le défi que doit relever le système de sécurité est de déterminer les conséquences éventuelles avant que les changements ne soient apportés—conséquences qui peuvent toucher tous les intervenants dans la formule de gestion-sécurité. Le système le plus avancé ne peut empêcher un accident si des décisions et des actions mal avisées sapent les efforts de gestion du risque. L'information doit être partagée afin de préserver la solidité des défenses mises en place.

- Les comités de péril aviaire aux paliers local, national et international jouent un rôle essentiel dans l'échange d'informations, de connaissances et d'expérience. Ces groupes sont le pivot des efforts de gestion des risques dans l'industrie aéronautique.

- La sécurité du système exige l'échange de données précises et pertinentes sur l'exploitation des aéronefs, les opérations aéroportuaires et les mouvements et les impacts d'oiseaux afin de pouvoir améliorer continuellement les stratégies de gestion du risque.

Conclusion

Les plans les mieux conçus des compagnies aériennes, des pilotes, des exploitants d'aéroport, des constructeurs de cellules, des investisseurs, des scientifiques et des stratèges peuvent être facilement mis en échec par quelques oiseaux rebelles. Le risque est accru lorsque les activités de l'industrie aéronautique ne sont pas bien coordonnées et ne recherchent pas une gestion efficace des risques d'impact.

L'épisode de Calgary survenu en juin 1993 n'était pas attribuable uniquement à la malchance. Il illustre—avec des conséquences quasi fatales—que les meilleures défenses peuvent être tenues en échec. Dans d'autres cas, l'issue a été beaucoup plus tragique.

Chapitre 3

Les oiseaux—Notions de base

Introduction

Les oiseaux sont les seuls animaux munis de plumes, lesquelles—selon la théorie acceptée—ont évolué à partir des écailles reptiliennes. Les oiseaux se distinguent également par des caractéristiques qui leur permettent de voler, telles que :

- des membres antérieurs transformés en ailes,
- l'absence de dents,
- l'absence d'une vessie (réduisant leur poids),
- un squelette léger et bien soudé,
- un cœur à quatre cavités et un sang chaud adapté à la demande d'énergie hautement métabolique du vol.

Le présent chapitre est une introduction générale aux oiseaux : leurs types, leur nombre, la répartition et le comportement général. Il s'agit de vous donner une connaissance pratique de leur biologie—connaissance essentielle pour élaborer une approche fondée sur la sécurité du système dans l'industrie aéronautique et qui contribuera à optimiser les stratégies de gestion du risque connexes. Des renseignements détaillés sont fournis sur quelques-unes des espèces d'oiseaux qui sont habituellement présentes sur les aéroports nord-américains. Pour une recherche exhaustive sur la question, veuillez vous reporter aux publications énumérées dans la bibliographie et l'annexe E.

Classification ou taxinomie des oiseaux

La taxinomie est la science de la classification des organismes vivants et disparus. Sa connaissance aidera à l'identification des oiseaux et à la compréhension de leur comportement puisque la plupart des guides pratiques, des listes de vérification et des

Illustration : Buse à queue rousse. Un oiseau commun aux aéroports canadiens. Poids : 2.5 lb

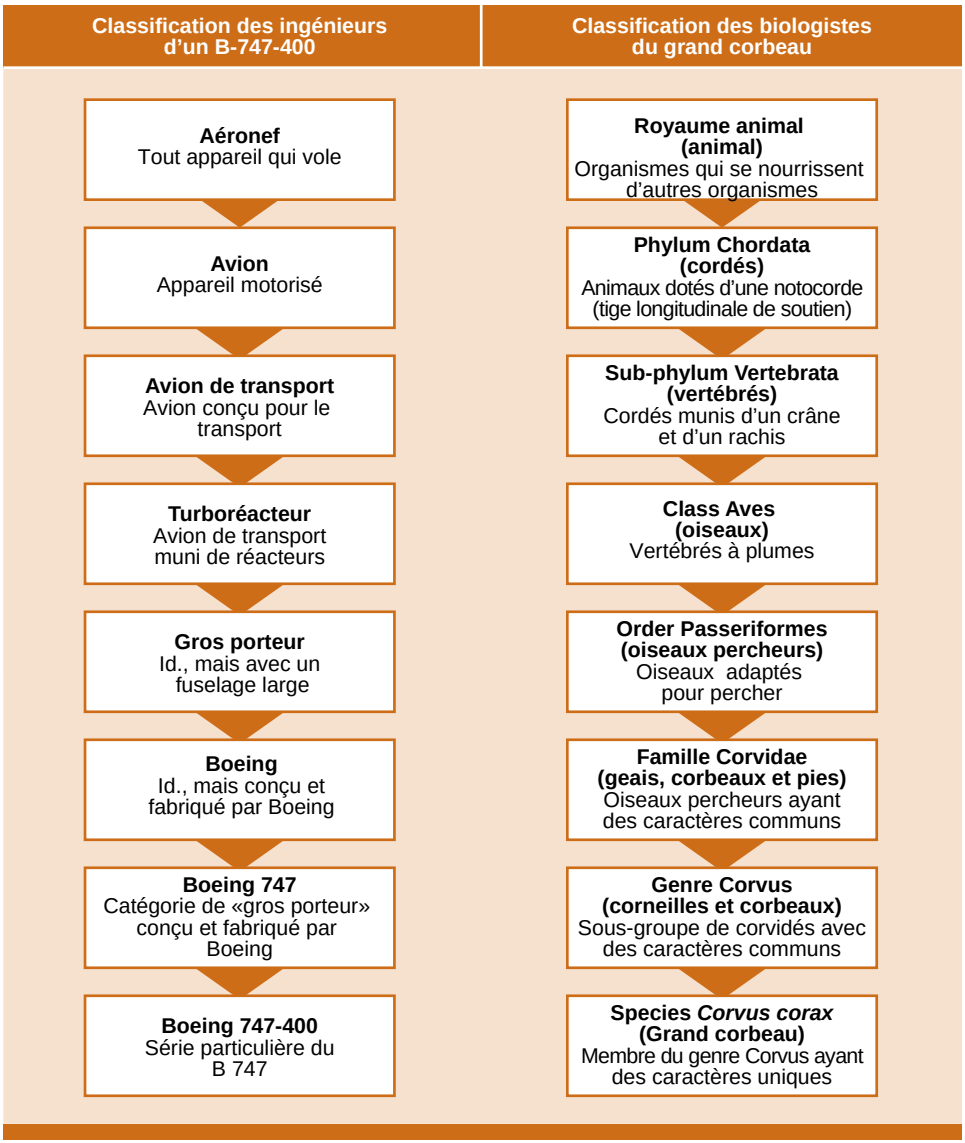

Classification des ingénieurs d'un B-747-400
Classification des biologistes du grand corbeau
Aéronef
Tout appareil qui vole
Avion
Appareil motorisé
Avion de transport
Avion conçu pour le transport
Turboréacteur
Avion de transport muni de réacteurs
Gros porteur
Id., mais avec un fuselage large
Boeing
Id., mais conçu et fabriqué par Boeing
Boeing 747
Catégorie de «gros porteur» conçu et fabriqué par Boeing
Boeing 747-400
Série particulière du B 747
Royaume animal (animal)
Organismes qui se nourrissent d'autres organismes
Phylum Chordata (cordés)
Animaux dotés d'une notocorde (tige longitudinale de soutien)
Sub-phylum Vertebrata (vertébrés)
Cordés munis d'un crâne et d'un rachis
Class Aves (oiseaux)
Vertébrés à plumes
Order Passeriformes (oiseaux percheurs)
Oiseaux adaptés pour percher
Famille Corvidae (geais, corbeaux et pies)
Oiseaux percheurs ayant des caractères communs
Genre Corvus (corneilles et corbeaux)
Sous-groupe de corvidés avec des caractères communs
Species Corvus corax (Grand corbeau)
Membre du genre Corvus ayant des caractères uniques

Figure 3.1 Classification du Boeing 747-400 et du grand corbeau

livres ne présentent pas les espèces dans un ordre alphabétique mais bel et bien taxinomique. L'ordre taxinomique des oiseaux commence par l'ordre le plus primitif et finit par celui qu'on estime le plus récent dans la chaîne de l'évolution. À titre d'explication, la figure 3.1 compare la classification taxinomique du grand corbeau à celle d'un Boeing 747-400.

Dans une perspective taxinomique, les oiseaux du monde appartiennent à la classe Aves, répartie en 28 ordres représentant les principaux groupes. En Amérique du Nord, toutes les espèces d'oiseaux appartiennent à un des 28 ordres classifiés. Par exemple, les canards, les oies et les cygnes —qui s'apparentent par les mêmes caractères et la forme de leur corps—sont classés dans l'ordre des ansériformes, tandis que les pics appartiennent à celui des piciformes. Aujourd'hui, plus de la moitié des 5 200 espèces d'oiseaux du monde appartiennent à l'ordre des passériformes. Ce sont des oiseaux percheurs, représentant plus de 60 familles incluant la plupart des oiseaux chanteurs communs.

Diversité et répartition des espèces

Bien que le chiffre exact soit incertain, on dénombre communément dans le monde quelque 9 000 espèces d'oiseaux. La répartition géographique de ces espèces varie considérablement : un plus grand nombre peuple les habitats proches de l'équateur et leur présence va en diminuant près des pôles. Le plus grand nombre d'espèces se trouvent en Amérique centrale et du Sud, où 3 000 espèces représentent près d'un tiers de la diversité des oiseaux du monde. Par comparaison, seulement 750 espèces sont répertoriées en Amérique du Nord.

L'espace géographique habité par une espèce d'oiseaux est appelé aire de couvaison. La plupart des espèces qui nidifient dans la région septentrionale de l'Amérique du Nord sont des oiseaux migrateurs. Après la saison de la couvaison, ils se déplacent vers des zones plus méridionales—leur aire d'hivernage—avant de revenir se reproduire au nord. Nous pouvons donc nous attendre à ce que des oiseaux différents peuplent nos aéroports aux différentes époques de l'année. Ceux-ci incluent :

- oiseaux migrateurs dont la présence se limite au printemps et à l'automne;
- oiseaux d'été qui couvent et élèvent leurs poussins sur les terrains aéroportuaires;
- oiseaux d'hiver qui y séjournent seulement pendant l'hiver;
- oiseaux repérés toute l'année sur les aéroports.

Quantité et densité des populations d'oiseaux

Nombre d'oiseaux

Même si un espace géographique peut supporter une quantité relativement réduite d'espèces, le nombre d'individus peut demeurer élevé. Par exemple, les contrées nordiques du Canada abritent moins d'espèces d'oiseaux que l'Amérique du Sud mais le nombre réel d'oiseaux qui couvent dans l'extrême nord est surprenant. Plusieurs millions d'oiseaux aquatiques et d'oiseaux de rivage migrent vers les régions plus septentrionales chaque année.

Selon les estimations, le nombre total d'oiseaux dans le monde est de l'ordre de 100 milliards. L'énumération ci-dessous donne une idée de la population d'oiseaux de quelques régions choisies de l'hémisphère nord :

Oie des neiges. De nombreux incidents graves se sont produits suite à la collision avec des oies des neiges durant la migration d'automne en Amérique du Nord. Poids : 6lb.

Amérique du Nord	20 milliards
États-Unis	6 milliards
Allemagne	200 millions
Îles Britanniques	180 millions
Finlande	64 millions

La population de canards (toutes espèces confondues) de l'Amérique du Nord est estimée à plus de 100 millions; plus de trois millions d'oies des neiges et quatre millions et demi de bernaches du Canada s'y reproduisent annuellement. Le nombre d'étourneaux et de merles en Amérique du Nord est estimé à plusieurs centaines de millions.

Densité de population

La densité des populations d'oiseaux—ou nombre d'oiseaux par unité de superficie—varie considérablement d'une région ou d'un habitat à un autre. En général, des nombres plus importants d'espèces d'oiseaux sont attirés vers les aires offrant des sources de nourriture plus variées; l'abondance de nourriture entraîne de plus larges populations d'oiseaux.

La répartition et la densité d'oiseaux changent également selon la saison. Dans l'hémisphère nord, les oiseaux sont présents en plus grand nombre dans les mois de juillet et août—après la saison de couvaison—et contribuent à une augmentation annuelle documentée d'impacts d'oiseaux en août.

Des volées denses d'étourneaux créent des dangers importants dans de nombreux aéroports. Poids : 0,2 lb. Densité : 0.85 g/cm^3.

Durant la saison de couvaison, les concentrations d'oiseaux dans les colonies de nidification peuvent être spectaculaires. Dans le Grand Nord, les oies des neiges nidifient en colonies composées de 150 000 couples. On dénombre d'importantes colonies d'oiseaux aquatiques comprenant des milliers d'oiseaux nicheurs le long des côtes est et ouest du Canada et des États-Unis. En bordure des Grands Lacs—sur de petites îles dont la superficie ne dépasse pas quelques hectares—il est établi au moyen de documents que les colonies de mouettes se composent de plus de 40 000 couples nicheurs.

Durant la migration, les oiseaux appartenant à certaines espèces convergent vers des haltes et se rassemblent le long de leurs voies migratoires. En conséquence, des aires relativement petites peuvent abriter temporairement des concentrations extrêmement élevées d'oiseaux et de nombreux aéroports situés le long des principales voies migratoires connaissent une nette augmentation d'impacts d'oiseaux au cours de la migration de l'automne.

Poids et densités des oiseaux

Poids des oiseaux

Plus le poids d'un oiseau impliqué dans une collision est lourd, plus le risque de dommages sera important. Par exemple, un aéronef volant à 250 km et qui frappe une bernache du Canada de 15 lb sera assujetti à une force d'impact de près de 57 000 lb.

Espèce	Poids (lb)
Bernache du Canada	7,3-13,8
Grue du Canada	5,4-8,2
Aigle à tête blanche	8,0-14,1
Huard à collier	7,9-9,9
Oie des neiges	5,1-6,6
Grand héron	4,1-6,3
Vautour à tête rouge	3,3
Canard colvert	1,6-3,5
Buse à queue rousse	2,3-2,7
Goéland à bec cerclé	0,83-1,4
Pigeon biset	0,7-0,9
Pluvier kildir	0,19-0,24
Merle d'Amérique	0,14-0,23
Étourneau sansonnet	0,17-0,21
Carouge à épaulettes	0,06-0,18
Plectrophane des neiges	0,07-0,12
Alouette cornue	0,07
Moineau domestique	0,5-0,07
Hirondelle des granges	0,02-0,06

Tableau 3.1 Poids de quelques espèces d'oiseaux communs en Amérique du Nord

Les oiseaux ont des tailles très différentes. Un minuscule colibri ne pèse pas plus d'une once, tandis qu'une grande autruche coureuse peut atteindre 300 livres. La grande majorité des oiseaux, toutefois, pèsent moins d'une livre. Le tableau 3.1 montre l'étendue des poids de certaines espèces d'oiseaux communes d'Amérique du Nord.

Un examen de la chimie et de la physique du vol des espèces d'oiseaux les plus grandes—y compris les pélicans, les cygnes et les albatros—indique que le poids maximum que les oiseaux peuvent atteindre en vol se situe entre 30 et 40 lb au maximum. Même dans ce cas, de nombreuses espèces comptent beaucoup sur le sens du vent et les courants ascendants pour s'élancer dans les airs et planer.

Bien que dans les aéroports l'accent soit mis sur la gestion des espèces les plus grandes, les petits oiseaux peuvent constituer un risque pour les aéronefs, en particulier les volées de petits oiseaux. Des impacts multiples simultanés peuvent avoir un impact égal à celui d'un grand oiseau. Par exemple, l'ingestion par un réacteur de sept étourneaux sansonnets équivaut, par le poids, à celle d'un goéland à bec cerclé.

Densité des oiseaux

Des enquêtes récentes sur les effets de l'ingestion d'oiseaux par des réacteurs donnent à penser que le dommage peut être causé plus par la densité d'un oiseau—exprimée par le

rapport du poids au volume—que par son poids. Par exemple, la mouette à tête noire ne pèse qu'un tiers du goéland argenté mais possède une densité supérieure—soit 0,7 g/cm^3 par opposition à 0,602 g/cm^3. Cela explique peut-être pourquoi on la qualifie souvent de « balle à plumes ».

Sens des oiseaux

Les oiseaux sont dotés des mêmes organes des sens que les humains; l'ouïe, la vue, le goût, l'odorat et le toucher se situent dans la même gamme d'acuité. Un certain nombre de dispositifs de gestion de la faune sur le marché aujourd'hui (v. Chapitre 8) sont censés être efficaces pour cibler les sens de l'oiseau par l'emploi de différents agents chimiques, sons, vibrations et repères visuels. Lorsque vous envisagez l'acquisition de tels appareils, suivez une règle toute simple : si vous ne pouvez pas les entendre, les toucher, les voir ou les goûter, l'oiseau ne le pourra pas non plus.

Vision

En tant que groupe, les oiseaux ont une vision parmi les plus développées du royaume animal. L'importance de ce sens est illustrée on ne peut mieux par la taille plus large des yeux d'un oiseau relativement à celle d'autres groupes d'animaux. Par exemple, la tête des humains et des étourneaux représente près d'un dixième du poids corporel. L'œil de l'étourneau, toutefois, représente 15 pour cent du poids de la tête par comparaison à moins de 1 pour cent chez les humains.

La structure de l'œil de l'oiseau ressemble à celle d'un œil humain. Bien que les oiseaux de proie et ceux qui habitent les terrains découverts aient une vision très supérieure à celle des humains, les études ont montré que les oiseaux ont, pour la plupart, une vision semblable à celle des humains. Les oiseaux peuvent voir à peu près aussi loin et sont capables de voir de près et de loin avec une égale acuité.

Il n'y a aucune preuve à l'appui de la théorie voulant que certains oiseaux puissent voir la lumière polarisée ou reconnaître les longueurs d'onde ultraviolettes afin de s'orienter dans la migration ou la recherche de la nourriture. Les oiseaux peuvent voir également dans les mêmes fréquences de lumière que nous. Ils peuvent distinguer différentes teintes et nuances de couleurs.

Ouïe

Le sens de l'ouïe chez les oiseaux est bien développé. L'oreille interne fonctionne essentiellement de la même manière que chez l'être humain. L'ouïe optimum se situe à des fréquences variant entre 1 et 5 kHz. Bien que certains oiseaux puissent sans doute détecter un son grave—parfois désigné par le terme infrason—la plupart des oiseaux ne peuvent entendre les sons aigus dépassant 6 ou 8 kHz. Les oiseaux chanteurs peuvent entendre dans une gamme de fréquences plus étroite que celle de l'être humain. Si vous ne pouvez entendre un son, il y a des chances que l'oiseau ne le puisse pas non plus.

Toucher

Chez les oiseaux, l'organe du toucher se concentre dans leurs doigts et leur bec—c'est-à-dire les surfaces qui ne sont pas recouvertes de plumes. Leurs pattes détectent les sensations de froid, de chaleur et la douleur. De nombreux oiseaux ont un sens du toucher très développé qui est perçu par le bec qu'ils emploient lorsqu'ils capturent leurs proies et manipulent la nourriture. Des expériences sur les oiseaux indiquent qu'ils ont un sens aigu du toucher mais des papilles gustatives moins nombreuses que chez les mammifères. Certaines espèces d'oiseaux sont insensibles au goût amer, sucré ou acide—réalité à prendre en compte lorsqu'il faut choisir des agents de dissuasion chimique dans l'environnement de l'aéroport.

Odorat

De tous les sens, l'odorat est généralement le moins développé parmi les oiseaux, bien que leur capacité de détection et de comparaison varie considérablement. Certaines espèces ont des capacités négligeables, tandis qu'il a été démontré que d'autres possèdent un odorat tout aussi fin que n'importe quel vertébré terrestre.

Comportement des oiseaux

Les caractéristiques de vol, les habitudes d'alimentation, de reproduction et de sociabilité, de migration et d'évitement des prédateurs sont autant d'aspects du comportement des oiseaux dont la connaissance est essentielle lorsqu'il s'agit de déterminer des techniques de gestion de la faune efficaces.

Alimentation

Les oiseaux sont attirés par la nourriture. Connaître ce qu'ils mangent et exercer un contrôle sur l'accès à la nourriture est donc déterminant pour le succès de la gestion des oiseaux.

Les oiseaux peuvent être groupés en quatre catégories, selon leur régime et leurs habitudes alimentaires. La plupart des oiseaux sont insectivores—mangeurs d'insectes. Le deuxième groupe principal se nourrit de différentes parties de plantes, y compris des graines et des baies. Les carnivores se nourrissent d'animaux : poissons, petits invertébrés, petits oiseaux et mammifères. Enfin, certaines espèces d'oiseaux sont omnivores—se nourrissant de végétaux et d'animaux à la fois.

Le tableau 3.2 associe ces groupes d'oiseaux et leurs sources de nourriture. Utilisez le tableau pour déterminer l'espèce d'oiseau susceptible d'être attiré vers votre aéroport.

La plupart des espèces d'oiseaux mangent une variété limitée d'aliments; certains consomment seulement un type de nourriture, soit une graine particulière, un poisson ou un insecte. Certaines espèces comme les mouettes, les corbeaux et quelques oiseaux aquatiques sont moins limitées—leur régime inclut une grande variété d'aliments végétaux et animaux. Leur régime polyvalent permet à ces espèces de tirer avantage des nourritures locales et saisonnières où et quand elles peuvent les trouver. Par exem-

Types de nourriture	Espèces ou familles
Insectes volants	Hirondelle, engoulevent taverner, moucherelle
Insectes dans les arbres et les arbustes	Coucou, pic-bois, geai, mésange, sittelle, grive, viréon, fauvette, paruline, merle, tangara, roselin, moineau
Insectes dans les terrains herbeux et en bordure des étangs	Canard, oie, râle, pluvier, bécasseau, bécassine des marais, mouette, crécerelle d'Amérique, alouette, corbeau, étourneau, merle
Vers	Mouette, bécassine des marais, corbeau, rouge-gorge, merle, étourneau
Végétation aquatique/insectes	Grèbe, canard, oie, râle
Baies	Tétras, faisan, grive, fausse grive, merle, étourneau
Herbe	Canard, oie
Poissons	Héron, grue, aigle pêcheur, aigle, sterne, mouette, oiseaux de mer, martin-pêcheur
Grenouilles	Héron, butor, grue
Souris/campagnols	Grue, mouette, épervier, busard, buse, hibou
Petits oiseaux	Épervier, buse, faucon, hibou
Graines	Dindon, tétras, faisan, pigeon, colombe, roselin, passereau, bruand, plectrophane des neiges
Cultures (maïs, céréales)	Canard, oie, dindon, tétras, faisan, pigeon, colombe, corbeau, merle, bruand, plectrophane des neiges
Déchets	Mouette, corbeau, corneille, pie d'Amérique, merle, étourneau
Nécrophore	Vautour, aigle, corbeau et corneille, pie d'Amérique

Tableau 3.2 Types de nourriture et oiseaux qui y sont associés

ple, plusieurs espèces de mouettes peuvent passer rapidement du poisson dont elles se nourrissent depuis la rive aux vers détectés dans des champs récemment labourés.

La plupart des oiseaux ont tendance à se nourrir individuellement à l'intérieur d'un territoire ou domaine vital, d'où ils excluent d'autres individus de la même espèce. Lorsque la nourriture est abondante, ils pourront se concentrer en grand nombre et toléreront la présence d'autres oiseaux. Certaines espèces sont connues pour se nourrir en volée; ces oiseaux se nourrissent couramment en groupes de la même espèce ou dans des volées d'espèces mixtes. Entre autres avantages, le nombre protège; des yeux en plus grand nombre détectent plus facilement les prédateurs, les individus peuvent consacrer davantage de temps à se nourrir plutôt que de devoir se protéger d'éventuelles menaces. Les oiseaux qui se nourrissent couramment en volée sont le gibier d'eau, les mouettes, les merles, les étourneaux, les colombes et les pigeons. Les volées peuvent contenir des centaines et des milliers d'oiseaux—ce qui constitue un grand risque dans un environnement aéroportuaire.

Reproduction

La reproduction des oiseaux présente un ensemble caractéristique de comportements :

1. choix d'une aire de reproduction,
2. parade nuptiale et accouplement,
3. nidification et ponte des œufs,
4. couvée et soins des poussins.

Plus de 80 pour cent des oiseaux du monde sont monogames, formant un couple durant la saison de couvaison. En Amérique du Nord, la vaste majorité des espèces se reproduisent par couples et élèvent leurs poussins sur des territoires bien délimités et défendus. Le printemps est la saison de l'occupation du territoire et d'une activité aviaire intensifiée où les mâles défendent agressivement leurs territoires contre tous les prétendants.

Avec l'allongement des jours, la saison d'accouplement commence. En Amérique du Nord, la saison primaire de reproduction commence en avril et s'achève habituellement fin juillet. Durant ce laps de temps, beaucoup d'espèces tentent d'élever plus d'une couvée et quelques-unes peuvent en élever jusqu'à trois. Si des prédateurs s'emparent des œufs, la plupart des espèces effectueront une ponte de remplacement.

Une sélection hétérogène d'espèces d'oiseaux—y compris les hérons, les aigrettes, les hirondelles et les martinets, les mouettes, les sternes et d'autres oiseaux de mer—se reproduisent en colonies denses. Une fois qu'une colonie est établie, les oiseaux adultes et leur progéniture adulte reviennent sur les lieux de la colonie année après année—certaines colonies pouvant demeurer actives pendant des siècles.

Ces colonies denses d'oiseaux comportent des territoires individuels qui n'excèdent pas l'espace occupé par le nid et l'adulte nicheur. Cette densité élevée détermine des rassemblements énormes comportant parfois des dizaines de milliers d'oiseaux formant une colonie dont la croissance est exponentielle. Les colonies peuvent grandir de quelques individus à des centaines de milliers d'oiseaux en peu de temps. Par exemple, une colonie de goélands à bec cerclé près de Toronto est passée de dix à près de 80 000 couples en l'espace d'une décennie seulement. Une croissance aussi spectaculaire de nouvelles colonies a été enregistrée dans d'autres régions du monde.

Les territoires d'alimentation se situent loin de la colonie; la distance parcourue entre les deux points peut être considérable. Des allers et retours de dix kilomètres ou plus ne sont pas inhabituels pour beaucoup d'espèces coloniales.

Cela va sans dire, les colonies de nidification proches des aéroports créent des dangers graves. Lorsqu'une colonie de mouettes à tête noire s'est établie à proximité de l'Aéroport international JFK de New York, les autorités ont dû intervenir rapidement pour mettre en œuvre un plan de gestion complet et agressif incluant un contrôle létal.

Aigle à tête blanche. Poids : 11 lb. Le vol plané à haute altitude des oiseaux de proie comme les aigles et les vautours les place hors d'atteinte de la plupart des techniques de gestion de la faune.

Comportements susceptibles de créer des risques d'aviation

Vol des oiseaux

Les déplacements quotidiens et le vol migratoire sont les principales causes des impacts d'oiseaux. Comprendre à quel moment, où et de quelle façon les oiseaux volent est un des facteurs clés dans la détermination de l'exposition, de la probabilité et de la gravité du danger qu'ils créent.

Éléments du vol

La plupart des oiseaux battent des ailes pour se déplacer et s'élever. Les espèces plus petites volent à des vitesses modérées variant de 10 à 20 milles à l'heure. Les plus grandes, comme les oiseaux aquatiques, peuvent maintenir des vitesses de vol supérieures à 40 milles à l'heure, bien que les vitesses élevées exigent une plus grande dépense d'énergie et que les oiseaux les évitent généralement. Durant la migration, les oiseaux tirent parti des vents arrière à des altitudes variées afin d'accroître de manière importante leurs vitesses, en atteignant parfois une vitesse sol détectée par radar de plus de 60 milles à l'heure.

Altitudes de vol

La majorité des mouvements quotidiens se situent entre 30 et 300 pieds au-dessus du sol (AGL). Les oiseaux volent rarement au-dessus de 1 000 pieds AGL. Il n'est donc pas surprenant que plus de 80 pour cent des impacts d'oiseaux signalés surviennent lorsque l'aéronef se trouve au-dessous de cette altitude; la vaste majorité des impacts se produisent au-dessous de 300 pieds AGL.

La plus haute altitude à laquelle on a enregistré un impact d'oiseau a impliqué un Boeing 747 qui a frappé un grand oiseau volant au-dessus de la côte d'Afrique de

l'Ouest à 37 000 pieds au-dessus du niveau de la mer (ASL). Toutefois, les oiseaux ne volent généralement en haute altitude qu'au cours de la migration. Ils volent alors à ces altitudes supérieures soit pour bénéficier des vents en altitude soit pour surmonter des obstacles tels que des chaînes de montagnes. Des oies à tête barrée migratrices ont été signalées au-dessus du sommet de l'Everest et traversent d'ordinaire l'Himalaya à des altitudes supérieures à 30 000 pieds ASL. Un pilote a signalé une volée de cygnes migrant d'Islande vers l'Europe de l'Ouest à un peu plus de 27 000 pieds ASL. On a signalé des canards colverts à 21 000 pieds et des oies des neiges à 20 000 pieds. Bien que les altitudes auxquelles volent des oiseaux migrateurs soient généralement de beaucoup inférieures, les altitudes moyennes enregistrées sont impressionnantes. Les observations radar effectuées en période de pointe en Europe ont montré que la majorité des oiseaux migrateurs volaient à des altitudes variant entre 5 000 et 7 000 pieds AGL, avec une limite inférieure de 1 600 pieds et une limite supérieure de 11 500 pieds.

Vol élancé et plané

D'autres comportements de vol, que celui-ci soit plané, élancé ou tournoyant, constituent également une menace pour les aéronefs. L'oiseau négocie des virages en exploitant des courants ascendants d'air chaud. Ces trois comportements de vol sont souvent employés en combinaison : l'oiseau profite de l'ascendance thermique en tournoyant pour prendre de l'altitude sans effort, puis exploite l'altitude prise pour s'élancer et se laisser enfin planer vers le bas. Le vol élancé et plané sont des comportements économes d'énergie typiques des espèces d'oiseaux de grande taille—tels que condors, vautours, aigles, buses et faucons, cigognes, goélands et pélicans—lesquels parcourent de longues distances lorsqu'ils chassent et migrent.

Dans l'évaluation de la menace constituée par les oiseaux, le vol élancé est important pour plusieurs raisons :

- Des courants d'air chaud se forment souvent aux aéroports ou à proximité. Les terrains d'aviation étendus et plats contiennent de vastes surfaces de béton et d'asphalte qui réfléchissent la chaleur emmagasinée en créant les conditions idéales pour la formation d'un courant thermique local. En conséquence, des oiseaux tournoyants—tout particulièrement les buses, les faucons et les vautours—se concentrent souvent et tournent en cercle au-dessus des terrains d'aviation.

- Les oiseaux élancés ont tendance à entreprendre leurs mouvements quotidiens à des altitudes plus hautes que d'autres oiseaux. Dans des conditions thermiques idéales, les buses, les faucons et les vautours en quête de proies peuvent évoluer à plus de 1 000 pieds AGL. Le vol élancé permet également à ces oiseaux de couvrir une distance latérale plus grande car l'activité leur permet d'économiser de l'énergie. De ce fait, ces espèces sont présentes sur un espace aérien beaucoup plus important sur le site ou dans le voisinage des aéroports—aussi bien verticalement qu'horizontalement—en se confirmant comme une menace pour les impacts d'oiseaux et en se plaçant hors de la portée de nombreuses techniques de gestion de la faune. Des études des mouvements des mouettes en direction et en provenance de sites de décharge ont montré que le vol ramé survient à une altitude inférieure à 300 pieds AGL—tandis que les oiseaux

qui volent à des altitudes supérieures à 1 300 pieds conservent leur énergie en tournoyant pour prendre de l'altitude au-dessus des décharges avant de se diriger vers les sites de repos.

- En période de migration, de fortes concentrations de buses, de faucons et de vautours se réunissent dans certaines zones comme les chaînes de montagne et les côtes—qui présentent des courants ascendants et thermiques fiables. Le matin, tard—le long des voies de migration nord-américaines—des nuées de faucons et des amas de vautours, dont chacun se compose de centaines et des milliers d'oiseaux sont fréquents. Dans des conditions idéales, ces oiseaux peuvent emprunter des courants ascendants pour voler à des altitudes où ils ne sont plus visibles du sol.

Grand-duc d'Amérique. Poids : 3.5 lbs. L'activité nocturne d'oiseaux comme les strigidés explique que les taux d'impacts soient plus élevés la nuit que le jour.

Activité quotidienne

Plus de 90 pour cent de toutes les espèces d'oiseaux sont *diurnes* ; elles sont actives pendant la journée et dorment la nuit. Certains oiseaux comme les hiboux et les oiseaux de nuit sont *nocturnes*—et donc actifs principalement la nuit. L'activité diurne maximale survient dans les premières heures matinales, avant le lever de soleil jusqu'à environ 11 heures du matin.

Les humains sont eux aussi des êtres diurnes. La circulation aérienne dans nos aéroports augmente aux mêmes heures et les données relatives aux impacts d'oiseaux ont tendance à montrer un accroissement vers sept heures du matin. Mais de plus en plus de données tendent à prouver que les impacts enregistrés sur 10 000 mouvements d'aéronefs sont en fait plus fréquents la nuit—rappel d'une activité incessante à laquelle contraignent les mesures de gestion de la faune.

L'activité quotidienne des oiseaux décroît à son point le plus bas à midi. Un regain d'activité est observé tard dans l'après-midi et en début de soirée lorsque les oiseaux se déplacent encore une fois entre les aires de repos et les aires de nutrition.

À midi, la plupart des oiseaux se reposent et passent leur temps à se lisser et à éviter les prédateurs. Certains oiseaux—tels que les goélands et les oiseaux aquatiques—se regroupent sur des sites de repos où, confiants dans leur nombre, ils se reposent et guettent des prédateurs éventuels. Dans beaucoup d'aéroports, les mouettes sont un problème fréquent. Elles font des allers et retours incessants des sites où elle s'alimentent vers l'aéroport et passent leur temps d'inactivité dans l'étendue ouverte et sûre du terrain d'aviation avant de se déplacer vers leur aire de repos en début de soirée.

Mouettes au repos. L'accroissement considérable de certaines populations de mouettes, résultant pour la plupart des pratiques laxistes de gestion des déchets des municipalités, est à l'origine d'un des problèmes qui mettent en sérieux péril la sécurité des vols en Amérique du Nord.

Pour désigner leur période de sommeil et de repos, on dit des oiseaux qu'ils juchent. La plupart des oiseaux dorment toute la nuit en choisissant de jucher seuls dans des endroits protégés comme un feuillage dense, des cavités ou des broussailles. Selon la latitude et l'époque de l'année, la longueur du sommeil peut varier de quatre à huit heures. Même en dormant, les oiseaux ouvrent les yeux à intervalles de quelques minutes pour guetter un danger éventuel.

Au terme de la saison d'accouplement, certains oiseaux juchent en groupes. Les vols vers les haltes de repos communes sont soit directs soit effectués par étapes. Dans la plupart des cas, les oiseaux se dirigeront année après année vers les mêmes aires d'approche et les mêmes haltes. Le nombre d'oiseaux qui convergent vers ces endroits peut être énorme. Les oiseaux aquatiques et les mouettes qui se posent sur les lacs de l'intérieur sont souvent des milliers. Des volées automnales et hivernales d'étourneaux, corbeaux et merles qui envahissent les aires de repos du sud des États-Unis sont évaluées à des millions; le poids de ces oiseaux juchés peut suffire à briser les branches des arbres qui les abritent.

L'activité quotidienne des oiseaux est grandement influencée par la température locale; la prévision à court terme des mouvements des oiseaux en fonction des conditions météorologiques est un important aspect d'un programme de gestion de la faune efficace. Les oiseaux sont généralement moins actifs par temps de chaleur ou de froid extrême, de pluie ou de neige, brume ou brouillard. Dans ces conditions, les oiseaux limitent de façon importante le temps consacré à l'alimentation et au mouvement. Par contre, l'activité des oiseaux peut s'accroître immédiatement avant ou après un orage. La pluie contraint les insectes à quitter les arbres et expose des vers et d'autres invertébrés à la surface du sol. Il s'ensuit une quête effrénée de nourriture. Après une pluie d'été, les pistes de beaucoup d'aéroports doivent être nettoyées—elles deviennent glissantes à cause des vers et attirent des centaines d'oiseaux qui volent vers cette manne soudaine.

Vers visibles sur la piste. Les vers qui émergent des pistes en grand nombre après la pluie créent une source de nourriture attrayante pour des oiseaux comme les mouettes à bec cerclé.

Les flaques qui se forment après une pluie abondante fournissent l'eau nécessaire pour que les oiseaux s'abreuvent et se baignent.

La vitesse et la direction du vent peuvent influencer également les mouvements quotidiens des oiseaux. De forts vents réduisent généralement les mouvements des oiseaux—ainsi que l'altitude à laquelle ils volent—car les oiseaux volent au ras du sol. La direction du vent peut modifier l'horaire et la direction des mouvements quotidiens en provenance et en direction des aires de juchoir, de nutrition et de repos. Un grand nombre d'espèces utilisent des sites de nutrition et de repos différents selon les conditions locales du vent.

Activité et mouvement migratoires

La vaste majorité des espèces d'oiseaux d'Amérique du Nord (60 à 80 pour cent ou plus de cinq milliards d'oiseaux) migrent chaque automne vers le sud des États-Unis, le Mexique—et jusqu'en Amérique centrale et du Sud—pour ne revenir qu'au printemps. Durant ces périodes migratoires, des oiseaux en très grand nombre traversent le continent nord-américain tout entier. Il est évident que les périodes migratoires de septembre-octobre et avril-mai marquent un temps où le risque d'impact d'oiseaux est important.

Beaucoup d'espèces de petits oiseaux chanteurs migrent lentement sur un vaste front en parcourant des centaines de milles en quelques jours. Toutefois, l'étude de la migration des oiseaux aquatiques a repéré des routes bien définies qu'empruntent la plupart des oiseaux migrateurs. En Amérique du Nord, les oiseaux migrateurs empruntent quatre couloirs distincts, le long des côtes de l'Atlantique et du Pacifique, la voie du Mississippi (les oiseaux aquatiques venant de l'intérieur du Canada et des

États-Unis se déplacent vers le sud par la vallée du fleuve Mississippi) et la voie centrale (les oiseaux descendant du couloir intérieur de l'Ouest du Canada et des États-Unis suivent alors les régions de la prairie centrale le long des piémonts des Rocheuses). Des sites importants de repos et de nutrition se trouvent le long de ces routes et attirent une concentration de milliers d'oiseaux aquatiques.

La longueur des jours variable selon les saisons amène les oiseaux à se préparer instinctivement à la migration. L'avènement de conditions de température favorables est généralement le facteur déclenchant qui incite les oiseaux à migrer. L'arrivée et le départ annuels d'une espèce à partir d'une région géographique déterminée peuvent survenir, par réaction, dans la même semaine du même mois. Cette prévisibilité est décisive et le fait de connaître à quel moment de fortes concentrations d'oiseaux migreront permet aux ATS, au personnel de la gestion de la faune et aux pilotes de se préparer à la présence d'oiseaux en plus grand nombre.

Selon l'espèce et le type de méthode de navigation utilisée, les vols migratoires surviennent durant le jour et la nuit. De nombreuses espèces voyagent aux deux moments mais les oiseaux élancés qui dépendent des courants thermiques sont limités à une migration diurne. D'autres espèces adoptent la stratégie de la croisière ascendante pour gagner de l'altitude durant les longs parcours, en volant à des altitudes plus grandes à mesure que leur énergie décroît. La vitesse sol des oiseaux varie selon la vitesse et les directions des vents en altitude et selon la capacité de vitesse des espèces. La plupart des oiseaux chanteurs voyagent à des vitesses sol variant de 20 à 30 milles à l'heure. Les oiseaux de rivage et les oiseaux aquatiques se déplacent à des vitesses entre 30 et 50 milles à l'heure.

La température joue un rôle important dans la migration des oiseaux. Les oiseaux ne voyagent généralement pas sous la pluie, dans le brouillard et les brumes, les vents forts ou un ciel très couvert. Dans ces conditions, les oiseaux demeurent au sol jusqu'à ce que les conditions s'améliorent. Les meilleures conditions pour la migration d'automne sont créées par de forts vents arrière précédés par des fronts froids où les oiseaux se déplacent le long des routes migratoires en masse. La météorologie peut prévoir ces vagues en donnant l'occasion d'anticiper les mouvements d'oiseaux au-dessus des aéroports qui sont situés à l'intérieur des voies migratoires.

Comportement des oiseaux vis-à-vis des aéronefs

Les oiseaux sont-ils naturellement effrayés par des aéronefs? La réponse à cette question simple en apparence est complexe. De nombreux facteurs peuvent modifier le comportement d'un oiseau vis-à-vis de l'aéronef, notamment :

- l'espèce d'oiseau,
- la période de l'année,
- les conditions atmosphériques,
- l'âge et la condition de l'oiseau,
- le degré de familiarité de l'oiseau avec l'aéronef et l'environnement aéroportuaire.

À ce jour, peu de recherches ont été menées pour étudier du point de vue scientifique les réactions des oiseaux à la présence des aéronefs. La plupart des renseignements actuels sont d'ordre anecdotique et ont été signalés par les pilotes et le personnel d'aéroport, bien que des initiatives de recherche aient été prises récemment pour acquérir une meilleure compréhension du phénomène.

Comportement évolutif et adaptatif des oiseaux vis-à-vis d'un aéronef

À travers l'évolution naturelle, les oiseaux ont appris à réagir rapidement à l'agression des prédateurs qui les poursuivent. Les oiseaux sont génétiquement programmés pour éviter les prédateurs et échapper à leur poursuite. Mais puisque les oiseaux n'ont pas évolué en ayant des aéronefs pour prédateurs, ils ne sont pas naturellement programmés pour les craindre ou les éviter. Si l'aéronef les alarmait, les impacts d'oiseaux poseraient un problème beaucoup moins grave.

Les oiseaux sont naturellement circonspects devant des objets nouveaux ou peu familiers dans leur environnement mais, dans la mesure où ces objets ne leur font aucun mal, les oiseaux s'y habituent rapidement. Tout porte à croire que les oiseaux présents sur les aéroports se sont adaptés à cet entourage et ne perçoivent pas les aéronefs comme une menace. La vue d'oiseaux qui picorent leur nourriture et qui stationnent le long de pistes très fréquentées—apparemment indifférents au bruit et à la circulation—est des plus familières. Beaucoup de personnes associées à la gestion de la faune à l'aéroport sont convaincues que ces oiseaux adroits ne constituent pas un danger car ils ont appris à se tenir à l'écart . Mais ce point de vue n'est étayé par aucune preuve documentée autorisant à penser—si tel était le cas— que cela est vrai.

Réactions comportementales des oiseaux face à un aéronef

En considérant le comportement des oiseaux face à un aéronef, il importe par-dessus tout de se rappeler qu'il est *imprévisible*. Leur comportement varie d'une espèce à l'autre, selon la maturité du sujet et la menace dont l'oiseau se perçoit la cible dans les circonstances.

Généralement, les oiseaux qui se nourrissent et séjournent sur les terrains d'aviation ignorent la menace que posent les aéronefs, évitent les pistes animées à la vue d'un aéronef approchant ou bien réagissent en s'envolant dans un mouvement de panique à l'approche d'un aéronef.

Les jeunes oiseaux et les oiseaux migrateurs peu familiers avec l'environnement aéroportuaire semblent plus enclins à fuir, affolés. Les adultes de la même espèce peuvent faire entièrement abstraction de l'aéronef. Poussés par la panique, les étourneaux et les oiseaux de rivage se regroupent en volées denses, puis entreprennent des mouvements très périlleux et désordonnés au-dessus du terrain qui aboutissent à des formations d'oiseaux denses qui croisent la route des aéronefs au moment du départ et de l'arrivée.

La réaction des oiseaux en vol est tout aussi imprévisible. Habituellement, les oiseaux entreprennent de simples manœuvres pour éviter la route de l'aéronef. Le comportement de vol-fuite varie également selon l'espèce. Les mouettes tentent de s'échapper en volant

Mouettes sur la piste. La biomasse contenue dans une petite volée de mouettes est supérieure à celle que les réacteurs peuvent supporter selon leur conception actuelle.

plus vite que l'aéronef plutôt que de l'esquiver en angle droit par rapport à sa route. De nombreuses espèces de buses, de faucons et d'aigles attaqueront l'aéronef plutôt que de l'éviter.

Pour être en mesure de l'éviter, les oiseaux doivent prédire de la façon la plus précise la route de l'aéronef qui s'approche. Tandis que les oiseaux peuvent prévoir assez facilement les vols en ligne droite et horizontale, il leur est plus difficile d'éviter les aéronefs en montée et en descente. Des études récentes indiquent que certains oiseaux regardent les aéronefs comme des objets immobiles comme s'ils étaient des arbres ou des immeubles et qu'ils tentent de s'éloigner lentement de la menace jusqu'à une distance qu'ils jugent sûre.

À l'approche d'un aéronef, un certain nombre d'oiseaux se laissent tomber en chute libre en pliant leurs ailes et en plongeant. Ce comportement a été documenté et est considéré commun parmi de nombreuses espèces d'oiseaux aquatiques, mais il a été observé également chez d'autres espèces. Ce comportement en chute libre a conduit l'armée de l'air américaine à évaluer une manœuvre dans laquelle les pilotes se cabrent en altitude lorsqu'ils font face directement à des oiseaux. C'est une manœuvre qui peut placer l'aéronef dans un profil de vol marginal en cas de collision, conduire facilement à une contrainte excessive du fuselage et, plus important encore et imprudemment peut-être, suppose un comportement constant des oiseaux.

Le comportement des oiseaux face à un aéronef est hautement imprévisible. La vitesse des avions modernes et la taille accrue de l'entrée d'air de leur réacteur en ont augmenté la vulnérabilité. La combinaison de ces facteurs avec la réduction importante des niveaux de bruit de l'avion permet de comprendre facilement la raison pour laquelle les oiseaux ont souvent peu de temps pour réagir. La réduction des risques d'impact doit donc venir de l'effort déployé pour limiter le nombre des oiseaux sur les terrains d'aviation et aux abords de l'aéroport.

Bernaches du Canada en milieu urbain. Poids : 15 lb. Les données de la FAA/USDA montrent que 64 % des réacteurs frappés par des oies subissent des dommages. La FAA estime que si les tendances actuelles persistent, la probabilité d'un accident majeur causant un incendie non maîtrisé ou la perte de deux réacteurs ou plus doublera dans les dix prochaines années.

La nature dynamique des populations d'oiseaux

Dans toute zone locale ou région, la population des oiseaux peut varier considérablement quant au nombre et à la diversité des espèces. Certains de ces cycles sont naturels et se produisent annuellement au cours de la migration ou après la saison de la couvaison. D'autres changements sont subtils et moins évidents. Ils sont souvent liés aux mutations graduelles des habitats auxquelles les espèces d'oiseaux réagissent en changeant leur aire ou répartition locale. Dans d'autres circonstances, les oiseaux réagissent rapidement aux modifications de l'environnement. Ces changements rapides peuvent survenir lorsque les oiseaux réagissent soit à une mutation brusque qui affecte d'importantes ressources—telles que les aires d'alimentation et de nidification—soit aux changements qui touchent les populations des prédateurs et des compétiteurs. La nature dynamique et adaptative des populations d'oiseaux exige la même attention des programmes aéroportuaires de contrôle de la faune.

La modification des paysages peut conduire à un changement de la répartition, de la diversité et de l'abondance des oiseaux. En général, les espèces qui habitent des peuplements forestiers anciens, des terres humides et des habitats riverains sont aujourd'hui moins abondantes. Les espèces qui de nos jours tirent parti des champs ouverts, des arbustaies et des jeunes peuplements forestiers sont plus nombreuses que dans le passé. Au cours des 50 dernières années, l'expansion tentaculaire des zones urbaines a créé des habitats artificiels auxquels plusieurs espèces d'oiseaux se sont adaptées. Beaucoup de ces espèces urbaines—incluant les corbeaux, les étourneaux, les pigeons, les bernaches du Canada et, plus récemment, les mouettes—ont connu des augmentations importantes de leurs populations. Des espèces comme les bernaches du Canada et les merles se sont adaptées à une alimentation ayant sa source dans l'agriculture. Les

populations de mouettes ont explosé avec l'accroissement de la taille et du nombre de sites de décharge et autres installations d'enfouissement de déchets en Amérique du Nord et en Europe. Les sites de décharge ont également modifié les gîtes d'hivernage de ces espèces en procurant une source de nourriture sûre pendant toute l'année.

L'intervention humaine directe—par des actions d'introduction d'espèces et de conservation—a conduit également à une augmentation du nombre et de la distribution de certaines espèces d'oiseaux en Amérique du Nord. Plus de 200 espèces d'oiseaux ont été introduites dans diverses régions d'Amérique du Nord avec un succès plus ou moins mitigé. Deux espèces en particulier—le moineau domestique et l'étourneau sansonnet—sont des exemples d'implantation très réussie. Commun et bien disséminé, le pigeon biset est un hybride de plusieurs pigeons européens domestiques qui ont été remis ou sont revenus à l'état féral au cours du XVII^{e} siècle. Plus récemment, la réimplantation des bernaches du Canada jugées nuisibles a fait l'objet de controverse. Les oiseaux nuisibles capturés dans les zones urbaines sont lâchés dans des zones disposées à accepter la présence des oiseaux. Cette pratique cause de grandes inquiétudes lorsque les oiseaux réimplantés se réfugient aux abords des aéroports. L'accroissement rapide de populations d'oiseaux autrefois modestes constitue une menace pour la sûreté des vols.

Enfin, confrontés à la perte des habitats naturels—notamment les terres humides—de nombreux gouvernements et organismes non gouvernementaux ont entrepris des actions de conservation. Au cours des 30 dernières années, des millions d'acres de terres humides ont été créées dans toute l'Amérique du Nord. Les zones marécageuses qui traditionnellement supportaient de faibles populations d'oiseaux aquatiques peuvent être facilement améliorées; il s'ensuit une croissance rapide qui propulse ces populations dans des centaines et des milliers de sujets. L'aménagement de réserves naturelles et de zones de conservation peut également entraîner une augmentation soudaine du nombre d'oiseaux. Les oiseaux repèrent avec une grande facilité ce qui leur procure de la nourriture et leur offre refuge et protection.

Adaptation des oiseaux à l'environnement humain

Bien qu'il soit largement admis que l'homme a eu un impact très nuisible sur les oiseaux—du fait de la destruction d'habitats naturels—de nombreuses espèces ont montré leur capacité d'adaptation à l'environnement humain. Leur présence a augmenté dans les zones rurales, suburbaines et urbaines où les oiseaux trouvent de nouvelles possibilités d'alimentation et de nidification, à l'abri des prédateurs. Le tableau 3.3 présente quelques-uns des environnements auxquels les oiseaux se sont adaptés avec succès.

Plusieurs facteurs communs aident à identifier les espèces qui exploitent l'environnement humain :

- Les espèces qui s'adaptent avec succès sont souvent omnivores. Des oiseaux comme les mouettes, les corbeaux, les moineaux, les merles et les étourneaux se nourrissent

Sources d'origine agricole	Sites de reproduction
Cultures céréalières et légumières	Vaines clôtures et haies
Activités de labourage et de récolte	Immeubles, y compris les toits
Zones d'entreposage des récoltes et de transport	Ponts/jetées/barrages/digues
Parcs d'engraissement, tas de fumier	Poteaux/structures d'éclairage/tours électriques
Vergers et vignobles	Carrières et lieux d'emprunt
	Réservoirs et bassins d'eau pluviale
	Décharges
Autres sources de nourriture	Lacs artificiels/terres humides/étangs de retenue
Décharges et sites de transport des déchets	Zones de conservation/refuges/
Sites de compostage de déchets alimentaires	sanctuaires naturels
Abattoirs et pêcheries	Aéroports
Bassins de traitement des eaux usées	
Restauration rapide, centres commerciaux,	
Terrains d'exposition, parcs et	**Sites de repos/du posé**
établissements sportifs	Parcs, parcs de stationnement, terrains de sport
Terrains de golf	Corniches des immeubles, toits
Aéroports	Bassins portuaires/jetées/digues/barrages
	Réservoirs/bassins d'eau pluviale/lacs artificiels
	Décharges
	Terrains de golf
	Aéroports

Tableau 3.3 Caractéristiques de l'environnement humain qui attirent les oiseaux

d'aliments variés et se délectent du smorgasborg fourni par les cultures agricoles, les déchets des restaurants et les sites de décharge.

- Les oiseaux qui se déplacent en volée tirent avantage de la disponibilité de nourriture qui découle des activités agricoles comme le labourage et l'ensemencement du printemps, la fenaison d'été et la moisson de l'automne.

- Les activités humaines ont accru l'accès à un habitat de nidification propice à certaines espèces d'oiseaux, en offrant des emplacements qui se prêtent à la couvaison et aux soins de la progéniture. Ces endroits comprennent les immeubles, les ponts, les carrières, les étangs d'eaux usées, les bassins d'eau pluviale, les jetées, les haies-clôtures, les parcs, les centres commerciaux et les terrains de golf. Il n'est pas surprenant que les aéroports soient devenus des terrains d'élection pour les oiseaux—ils offrent des sources abondantes de nourriture, de l'eau pour boire et se baigner, un espace ouvert sûr favorable à l'alimentation et au repos, des occasions de percher et des possibilités de nidification très variées.

Espèce	Poids (lb)
Goéland à manteau noir	2,3 à 5,0
Goéland bourgmestre	2,4 à 4,0
Goéland argenté	1,6 à 3,3
Goéland à bec cerclé	0,83 à 1,4
Goéland arctique	1,9

Tableau 3.4 Poids de quelques espèces de mouettes d'Amérique du Nord

Espèces d'oiseaux qui créent communément des problèmes de sécurité de vol

Les données sur les impacts d'oiseaux dans le monde indiquent que des centaines d'espèces différentes ont été frappées par des aéronefs. Mais un examen des données provenant des aéroports d'Amérique du Nord indique de manière constante que les collisions touchent davantage certaines espèces que d'autres.

Mouettes

- On dénombre 45 espèces de mouettes dans le monde, dont 23 en Amérique du Nord. Les poids de quelques espèces de mouettes figurent au tableau 3.4. Les individus mâles sont en moyenne plus lourds que les femelles.

- Les mouettes constituent un problème commun dans beaucoup d'aéroports d'Amérique du Nord et d'Europe. Lorsque les impacts signalés mentionnent l'espèce, plus d'un tiers impliquent des mouettes.

- Les facteurs qui contribuent au problème concernant les mouettes incluent leur taille, leur comportement de vol, une vitesse de vol relativement lente et leur préférence pour les environnements aéroportuaires aussi bien en tant qu'aires d'alimentation que de repos.

- Les mouettes s'adaptent à l'environnement humain de façon exceptionnelle. Elles s'habituent rapidement aux nouvelles sources de nourriture comme celles qu'elles trouvent sur les terrains agricoles, les parcs d'engraissement et les décharges. Elles savent tirer également profit des sources de nourriture en milieu urbain constituées par les poubelles, les restaurants rapides et les centres commerciaux. L'utilisation des toits comme aires de nidification et de repos semble se répandre dans les zones très urbanisées—notamment celle des Grands Lacs d'Amérique du Nord.

- Les mouettes sont omnivores. Elles mangent des aliments végétaux et animaux variés qu'elles trouvent facilement sur les terrains d'aviation.

- Plusieurs espèces de mouettes d'Amérique du Nord ont connu une augmentation constante de leur population au cours des 50 dernières années et la présence accrue

Espèce	Poids (lb)
Pélican blanc d'Amérique	9,9 à 30
Cygne tuberculé	3,2 à 16,5
Cygne siffleur	14 à 21
Bernache du Canada (race « maxima »)*	11,0 à 16 +
Bernache du Canada (race « intérieure »)*	6,8 à 10,4
Bernache du Canada (race "Canadensis") *	7,3 à 13,8
Oie des neiges	5,1 à 6.6
Bernache cravant	1,9 à 4,0
Canard noir	1,6 à 3,5
Canard colvert	1,2 à 3,8
Canard pilet	1,3 à 2,4
Canard chipeau	1,4 à 2.3
Canard siffleur d'Amérique	1,1 à 2,3

* La Bernache du Canada compte plusieurs sous-espèces dont chacune a son nom.

Tableau 3.5 Poids de quelques espèces d'oiseaux aquatiques d'Amérique du Nord

des mouettes sur les sites de décharge—notamment au cours de l'hiver—est bien documentée.

- Les mouvements entre les sites d'alimentation et les aires de repos suivent des routes bien établies et prévisibles. Les mouettes, pour qui les terrains de l'aéroport sont relativement sûrs, les élisent comme haltes et sites de repos. Les mouettes volent généralement à moins de 300 pieds AGL mais elles peuvent monter très haut au-dessus des sites d'alimentation. Des vols de plus de 30 km vers les lieux de nourriture ne sont pas rares.

- Les mouettes nidifient habituellement dans des colonies très peuplées pouvant comprendre plusieurs milliers d'oiseaux.

- La plupart des espèces de mouettes sont migratrices. Au Canada, la migration vers les régions méridionales se poursuit de la fin de septembre au mois d'octobre pour s'achever dès novembre. La migration du printemps commence en mars et est largement entamée dès avril. Les oiseaux adultes arrivent habituellement aux colonies de nidification dès la fin avril.

Oiseaux aquatiques

- Près de 160 espèces d'oiseaux aquatiques sont dénombrées dans le monde; l'Amérique du Nord en abrite 62.

- En tant que groupe, les oiseaux aquatiques comptent parmi les oiseaux de plus grande taille (v. tableau 3.5).

Canards colverts. Poids : 3 lb. De nombreux incidents graves se sont produits avec des canards qui fréquentent les étangs et les terrains de chaume proches des aéroports.

- Leur grande taille, combinée au comportement de volée et de migration, rend les oiseaux aquatiques particulièrement menaçants pour l'exploitation aérienne.

- Les oiseaux aquatiques sont attirés par des caractéristiques communes des aéroports comme les flaques d'eau, les terres humides, les fossés et les terrains herbeux. Les flaques temporaires laissées par la fonte des neiges et les pluies prolongées les attirent également.

- Après avoir trouvé une source de nourriture, les volées d'oies et de canards se reposent aux abords d'un terrain d'aviation.

- Durant la migration du printemps et de l'automne, plusieurs milliers d'oiseaux aquatiques se concentrent sur les terres agricoles, les terres humides et les réserves naturelles qui peuvent être situées près des aéroports en créant un risque important pour l'exploitation aérienne.

- Récemment, les quantités de certaines espèces d'oiseaux aquatiques—canards colverts et bernaches du Canada en particulier—se sont accrues de façon substantielle aux États-Unis et au Canada. Entre 1985 et 1997, la population des bernaches du Canada en Amérique du Nord a augmenté de 54 pour cent et est estimée aujourd'hui à plus de deux millions d'individus.

- On a attribué l'élargissement de leurs territoires d'hiver à l'adaptabilité des sources variables de nourriture et des sites de nidification—autant de modifications du

Espèce	Poids (lb)
Pigeon biset (Pigeon)	0,7 à 0,9
Tourterelle rieuse	0,3 à 0,4
Tourterelle triste	0,2 à 0,4

Tableau 3.6 Poids de quelques espèces de colombes d'Amérique du Nord

comportement qui ont abouti à des populations toujours croissantes d'oiseaux qui séjournent toute l'année sur de nombreux terrains aéroportuaires.

- Les programmes de réinstallation ont contribué à la croissance des populations d'oiseaux aquatiques car on les déplace vers des endroits qui offrent des sources de nourriture fraîche et une sûreté relative, à l'abri des prédateurs.

Colombes et pigeons

- L'Amérique du Nord abrite 16 espèces de colombes et pigeons. La majorité d'entre elles se trouve au sud des États-Unis et au Mexique. Le pigeon biset et la tourterelle triste se trouvent en grand nombre dans la plupart des états américains et des régions méridionales du Canada.

- Les colombes et les pigeons sont des oiseaux de taille moyenne (v. tableau 3.6) qui fréquentent des espaces libres; toutes les espèces de ce groupe se sont bien adaptées à l'environnement rural et urbain.

- Toutes les espèces de colombes et pigeons se nourrissent de graines, de petites graines et de fruits. D'instinct grégaire, elles se nourrissent et se posent en volées de différentes grandeurs selon l'époque de l'année et l'endroit.

- Le pigeon se trouve communément dans les zones urbaines où il s'installe sur les toits et les corniches des immeubles, les ponts et les parcs de stationnement.

Colombe et pigeon.

Comme d'autres espèces de colombes, le pigeon se nourrit essentiellement de graines qu'il picore sur les terres agricoles, les parcs d'engraissement, les mangeoires d'oiseaux, les élévateurs à grains, les moulins, les gares ferroviaires de marchandises et les jetées. En automne et en hiver, de denses volées se forment autour de sources abondantes de nourriture—en suivant tout particulièrement la récolte des céréales et des grains. Dans les villes, le pigeon se nourrit également d'aliments variés y compris du pain, des noix, des fruits, des croustilles et des frites.

- Les colombes et les pigeons ont également besoin d'ingérer des graviers (particules de petits cailloux et de sable) pour aider à la digestion des semences et des graines.

- Les aéroports attirent les colombes et les pigeons par les sources de nourriture, d'eau et de gravier qu'ils offrent le long des voies de circulation et des pistes—particulièrement durant l'enlèvement de la neige. Les terrains d'aviation et les structures et immeubles connexes procurent des aires de repos.

- Les immeubles, les hangars et les parcs de stationnement fournissent des aires de nidification aux pigeons qui nidifient souvent à proximité d'autres couples de l'espèce, une fois que les habitats de nidification sont repérés. Ces oiseaux peuvent engendrer plusieurs couvées au cours de la période de couvaison du printemps et de l'été. L'espèce peut également se reproduire durant la saison hivernale, dès lors qu'elle peut compter sur une nourriture abondante. Dans des conditions idéales, les populations de pigeons peuvent s'accroître énormément; quelques couples peuvent engendrer des centaines d'oiseaux en très peu de temps. (v. l'annexe 3.1 pour des renseignements sur les maladies liées à quelques oiseaux « urbains » tels que le pigeon biset).

Rapaces

- Les rapaces sont des oiseaux de proie diurnes présents dans toutes les régions du monde. Six familles de rapaces peuplent l'Amérique du Nord :

  - vautours (3 espèces),
  - buses (15 espèces),
  - aigles (2 espèces),
  - milans (5 espèces),
  - faucons (6 espèces)
  - busards (1 espèce).

- Les espèces de rapaces trouvées communément sur les terrains et aux abords des aéroports nord-américains comprennent l'urubu à tête rouge, la buse à queue rousse, la buse de Swainson, le busard Saint-Martin, l'aigle à tête blanche et la crécerelle d'Amérique ainsi que la buse pattue en hiver.

Espèce	Poids (lb)
Aigle à tête blanche	9,1 à 11,8
Faucon gerfaut	2,1 à 4,4
Urubu à tête rouge	2,5 à 3,5
Buse à queue rousse	2,3 à 2,7
Buse pattue	1,7 à 2,7
Faucon pèlerin	1,4 à 2,1
Busard Saint-Martin	0,65 à 1,66
Petite buse	0,93 à 1,1
Crécerelle d'Amérique	0,24 à 0,26

Tableau 3.7 Poids de quelques espèces de rapaces d'Amérique du Nord

- La plupart des espèces sont attirées par les terrains herbeux ouverts des aéroports—qui abritent de petits mammifères tels que campagnols, écureuils terrestres, géomys, lapins et lièvres. L'abondance de sites où percher rend attirants les terrains d'aviation. Des étendues plates à l'air libre fournissent des conditions propices à la formation de courants ascendants qui permettent le vol plané.

- Leur grande taille (v. tableau 3.7) et le vol plané et piqué à haute altitude les rendent extrêmement dangereux pour les aéronefs.

- Durant la migration, les rapaces préfèrent longer les chaînes des montagnes et les côtes où les courants thermiques et ascendants sont fréquents. Des vagues migratoires de rapaces regroupant des milliers d'oiseaux peuvent être observées dans des conditions idéales pour le vol plané à haute altitude.

- Normalement, les rapaces ont des exigences précises en matière de nourriture et chassent de préférence les petits mammifères et d'autres oiseaux. Les espèces de plus petite taille se nourrissent également d'insectes et de crustacés. Les vautours et les aigles sont attirés communément vers les sites de décharge à cause de leur instinct nécrophage et les faucons sont particulièrement attirés vers les aires qui abritent des populations d'oiseaux de rivage.

- Durant la saison de couvaison, les couples exigent des territoires d'alimentation étendus et sont donc bien espacés sur leurs territoires respectifs.

- À quelques exceptions près, les individus des deux sexes ont un plumage similaire mais les oiseaux immatures peuvent différer notablement par la couleur.

Crécerelle d'Amérique. Poids : 0,25 lb.

- Certaines espèces ayant vu leur population diminuer ces dernières décennies, elles sont protégées par différents règlements relatifs à la faune. Il faut donc procéder à une identification précise avant d'appliquer des mesures de gestion des rapaces.

- La quantité des urubus à tête rouge a augmenté ces dernières années et leur habitat s'étend maintenant au sud du Canada. L'armée de l'air des États-Unis considère l'urubu à tête rouge comme l'oiseau qui pose la plus grande menace à sa flotte.

Étourneaux et merles

- En Amérique du Nord, l'appellation de merle est souvent mal employée. Elle concerne en effet plusieurs espèces, notamment :

  - Sturnelles des prés et sturnelles de l'Ouest,
  - Quiscales bronzés,
  - Carouges à épaulettes,
  - Carouges à tête jaune,
  - Quiscales de Brewer et quiscales rouilleux,
  - Vachers à tête brune et quelquefois
  - Étourneaux sansonnets et corneilles d'Amérique.

- Les espèces repérables d'ordinaire dans l'environnement aéroportuaire comprennent les carouges à épaulettes, les carouges à tête jaune, les quiscales bronzés, les vachers à

Espèce	Poids (lb)
Sturnelle des prés	0,16 à 0,23
Quiscale bronzé	0,22 à 0,28
Étourneau sansonnet	0,17 à 0,.21
Carouge à tête jaune	0,09 à 0,19
Carouge à épaulettes	0,06 à 0,18
Quiscale rouilleux	0,18 à 1,0
Vacher à tête brune	0,07 à 0,13

Tableau 3.8 Poids de quelques espèces de « merle » d'Amérique du Nord

tête brune et les étourneaux sansonnets. Comme l'indique le tableau 3.8, elles sont généralement de petite taille et leur poids est généralement inférieur à 0,25 livres.

- Ces espèces constituent une importante menace à cause de leur comportement de vol-alimentation et au repos. Sur une moyenne de cinq ans (1992 à 1996) d'impacts d'oiseaux signalés aux É.-U., les merles y compris les étourneaux ont été impliqués dans 13 pour cent de toutes les collisions—se situant au deuxième rang après les mouettes.

- Toutes les espèces appartenant à ce groupe sont attirées par les terrains d'herbes courtes, les pâturages, les terrains de cultures commerciales, les basses-cours, les compartiments à grains et les installations de transfert des cultures fourragères. Elles se nourrissent d'insectes, de graines, de semences et de fruits.

- Ces espèces sont attirées par les plans d'eau stagnante et les terres humides qui caractérisent communément les terrains aéroportuaires. L'étourneau nidifie souvent dans des trous et des cavités des immeubles des aéroports.

- Une fois passée la saison de couvaison, ces oiseaux forment d'amples volées prémigratoires de plusieurs milliers d'individus. Pendant la migration—et sur toute l'étendue de leur territoire d'hiver—d'amples concentrations d'oiseaux se nourrissent dans les champs de céréales. Les quantités d'oiseaux qui se regroupent vers la fin de l'été, en automne et en hiver se comptent parfois par millions.

- Les étourneaux et les merles se sont bien adaptés aux environnements humains rural et urbain. De nombreuses espèces ont étendu leurs territoires d'hiver en tirant parti des cultures agricoles abondantes sur tout le continent nord-américain. Certaines espèces—notamment les étourneaux—se sont adaptées pour se nourrir sur les sites de décharge, les dépotoirs et les installations de compostage.

Espèce	Poids (lb)
Plectrophane des neiges	0,07 à 0,12
Bruand lapon	0,05 à 0,07
Alouette cornue	0,07

Tableau 3.9 Poids de quelques espèces d'oiseaux plus petits d'Amérique du Nord

Alouettes cornues, plectrophanes des neiges et bruands lapons

- Ce sont de petits oiseaux (v. tableau 3.9) semblables à des moineaux qui peuplent les prairies et les champs ouverts. En Amérique du Nord, ils nidifient dans le Grand Nord canadien et en Alaska.

- En hiver, de grandes volées composées d'individus de plusieurs espèces se réunissent au sud des États-Unis et dans les régions méridionales du Canada. Les bruands lapons et les plectrophanes des neiges sont les espèces les plus répandues; leurs volées peuvent se composer de milliers d'oiseaux.

- En hiver, ces espèces habitent des terrains ouverts où elles se nourrissent de graines et de fruits secs. Elles préfèrent les terrains où la végétation et les épis des graines percent la couche de neige, les terrains labourés et les terrains où l'on vient d'épandre du fumier. Les oiseaux en volée reviennent plusieurs fois sur les mêmes terrains, tant que la source de nourriture demeure accessible.

- Les terrains d'aviation ont la faveur de ces espèces à cause de la présence de graines. Lorsque les terrains sont couverts d'une épaisse couche de neige, les extrémités des herbes découvertes des pistes labourées sont particulièrement attrayantes car elles procurent une source de nourriture et de gravier.

- La tendance de ces espèces à se déplacer de façon imprévisible par volées denses et hautement synchronisées les rend potentiellement dangereuses pour l'exploitation aérienne.

Alouette cornue et plectrophane des neiges

Photo courtesy Northwest Airlines

Chapitre 4

Les mammifères—Notions de base

Introduction

Comme on peut s'y attendre, les impacts de mammifères ne sont pas aussi fréquents que les impacts d'oiseaux. Lorsque surviennent des collisions avec des mammifères, elles se limitent aux pistes—à part les collisions avec des chauves-souris. Toutefois, les impacts qui impliquent des mammifères provoquent d'importants dommages car la taille de ces animaux est, dans l'ensemble, plus grande que celle des oiseaux. Même les petits mammifères causent leur part de dommages; au cours du décollage et de l'atterrissage, les pilotes d'aviation générale ont dérapé à l'occasion pour éviter de petits animaux et endommagé en conséquence les excursions de piste.

Ce chapitre esquisse une description du nombre, de la répartition et du comportement général des mammifères. Il vous permettra d'acquérir une connaissance pratique de leur biologie—connaissance essentielle pour élaborer des stratégies de gestion du risque. Des renseignements détaillés sont donnés sur quelques espèces de mammifères fréquentes aux aéroports d'Amérique du Nord. Pour une recherche exhaustive sur le sujet, reportez-vous aux publications citées en annexe E.

Les mammifères constituent la forme de vie prédominante depuis les 65 derniers millions d'années. Au cours de cette période, ils ont connu des évolutions diverses, depuis les chauves-souris, aux phoques et aux baleines en passant par les cerfs, les chats, les chiens et les primates. Les mammifères ont des caractères communs à tous les vertébrés, mais ils se distinguent des oiseaux, des poissons et des reptiles par deux caractéristiques fondamentales : la possession de glandes sécrétant le lait—ou mamelles—et le système pileux. D'autres caractères distinctifs comprennent des oreilles externes bien développées et une ceinture pelvienne qui permet la station debout, la marche et la course.

Photo : Ce Saab 340 a frappé deux cerfs en se posant dans un aéroport du Michigan en avril 2000. Le moteur tient uniquement par les conduites d'huile et de carburant.

Classification des mammifères

Les mammifères appartiennent à la classe Mammalia, qui comprend trois groupes principaux :

- mammifères ovipares comme l'ornithorynque;
- mammifères qui donnent naissance à un petit embryonnaire et qui sont souvent munis d'une poche ventrale, tel l'opossum;
- mammifères dont la gestation se déroule dans le ventre de la mère.

L'Amérique du Nord n'abrite que les mammifères des deux derniers groupes.

Selon la classification moderne, les mammifères se répartissent en 18 ordres distincts, fondés largement sur les différences de la structure du corps. L'ordre taxinomique des mammifères prend également en compte le genre et le nombre de dents que possèdent les différents groupes. En Amérique du Nord, on dénombre 10 ordres de mammifères et plus de 100 familles distinctes.

Plus de 40 pour cent des mammifères appartiennent à l'ordre Rodentia—ou rongeurs—qui comprend plus de 1 500 espèces. En Amérique du Nord, les rongeurs représentent presque 60 pour cent de toutes les espèces de mammifères. La plupart des rongeurs sont petits, se cachent et passent inaperçus pour la plupart.

Fait intéressant, les chauves-souris constituent le deuxième ordre en importance parmi les mammifères; leurs 896 espèces représentent près du quart des mammifères de la planète.

Diversité et répartition des mammifères

Chez les mammifères, la diversité des espèces est la plus faible parmi les vertébrés comportant quelque 3 800 espèces—soit moins que la moitié du nombre des espèces d'oiseaux et seulement une fraction du nombre des espèces de poissons. Les mammifères sont répartis dans les mers et les continents du monde. La plus forte concentration, riche de 930 espèces, réside en Amérique centrale et du Sud. L'Afrique compte 860 espèces. Malgré l'importante masse de terre de l'Amérique du Nord, ce continent de formation récente n'abrite que 350 espèces—soit moins de 10 pour cent des mammifères du monde.

Le nombre des espèces de mammifères et des individus varie considérablement dans le monde. Par exemple, bien que la quantité des espèces en Amérique du Sud soit élevée, celles-ci sont généralement représentées par des nombres relativement faibles d'individus. Par contraste, la quantité d'espèces de mammifères terrestres au Canada est faible, soit 160, mais représentée par des populations locales très importantes. Une harde de caribous sur ses lieux de mise bas peut compter des centaines de milliers d'individus. De même, les populations locales de cerfs dans les régions méridionales du Canada et dans la plupart des États-Unis regroupent souvent des centaines d'individus chacune.

Bien que les espèces d'oiseaux individuelles en Amérique du Nord nidifient d'un océan à l'autre, la répartition des mammifères tend ici à se restreindre. De nombreuses espèces sont circonscrites à des habitats spécifiques et sont présentes uniquement dans une seule province ou un seul état. Pour cette raison, les espèces qui constituent une menace dans les aéroports varient notablement d'une région à l'autre.

En règle générale, le nombre de mammifères qui peuplent une zone particulière en Amérique du Nord dépasse rarement les 30 espèces et seulement quelques-unes présentent un risque pour les aéronefs. Par comparaison, la présence d'oiseaux en quantités variant de 80 à 100 espèces est assez fréquente.

Nombres de mammifères et densité de la population

Nombres de mammifères

La taille des populations de mammifères continentaux est, pour la plupart, mal documentée et rarement étudiée. Cela est attribuable à la nature secrète des mammifères; la plupart sont petits et nocturnes ce qui en rend l'observation difficile—à la différence des oiseaux. Nombre de grands mammifères occupent un vaste domaine vital dans lequel ils se déplacent constamment. Ils sont donc difficiles à détecter. En outre, la plupart des mammifères ne migrent pas comme le font les oiseaux et ne peuvent donc faire l'objet d'un décompte et d'une observation à des endroits clés le long des voies migratoires. Pourtant, les estimations des populations des mammifères de plus grande taille atteignent des chiffres impressionnants.

Au Canada, la population albertaine du cerf mulet a été estimée à plus de 150 000 têtes. La population de l'élan d'Amérique dépasse 500 000 têtes, tandis que 300 000 orignaux sont répartis sur tout le continent. La population du cerf de Virginie dans tout le Canada est de l'ordre de deux millions et demi de têtes. Celle du cerf de Virginie en Amérique du Nord est estimée à plusieurs millions.

Densité de population des mammifères

À l'intérieur d'une zone donnée, les densités de population des mammifères sont habituellement élevées. De nombreuses espèces de rongeurs, tels que les campagnols et les souris, peuvent se reproduire à un taux formidable; six à huit portées de jeunes en une seule saison sont assez fréquentes. En conséquence, le nombre de campagnols sur les terrains herbeux autour de l'aéroport peuvent atteindre facilement quelques milliers. La densité moyenne du campagnol des champs se situe entre 45 et 150 animaux par demi-hectare. Lorsque la densité de population atteint des pointes, ce chiffre peut grimper jusqu'à 400. Le tableau 4.1 fournit les estimations de la densité du domaine vital d'un certain nombre d'espèces de mammifères communes.

Espèce	Nombre d'individus
Ours noir	1
Renard roux	5-10
Raton laveur	50
Mouffette rayée	50-65
Lièvre de Townsend	50-100
Souris sylvestre	640-6 400
Lapin à queue blanche	3 200-6 400
Marmotte d'Amérique	3 200-16 000
Campagnol des champs	144 000-480 000

Tableau 4.1 Estimation du nombre de quelques mammifères communs dans un domaine vital de 5 milles carrés

Poids des mammifères

La taille corporelle et le poids des mammifères sont beaucoup plus importants que ceux d'un oiseau car la vaste majorité des mammifères évoluent dans un milieu terrestre ou aquatique et ne sont pas limités par les exigences du vol. La musaraigne pygmée d'Amérique du Nord dont la longueur corporelle est inférieure à deux pouces et le poids de 0,1 once seulement est le plus petit mammifère vivant. Le plus imposant mammifère terrestre est l'éléphant d'Afrique, qui peut atteindre 11 pieds de hauteur et peser jusqu'à 15 000 lb. Le plus grand animal de la planète est le rorqual bleu dont la longueur peut varier de 70 à 80 pieds et l'incroyable poids se situer autour de 390 000 lb. À l'exception de ces extrêmes, la majorité des mammifères sont plus petits qu'un chat domestique et pèsent moins d'une livre.

En Amérique du Nord, les ongulés et les carnivores sont les plus grands mammifères. Lorsqu'ils se hasardent jusqu'aux pistes en service, ils constituent une menace réelle. Le tableau 4.2 présente les poids des espèces de mammifères jugées dangereuses pour les aéronefs en Amérique du Nord.

Sens des mammifères

Le degré auquel les mammifères voient, entendent, flairent et goûtent varie considérablement. Ces variations sont directement liées à leur milieu, à leur mode de vie et à leur rôle de prédateur ou de proie.

Par exemple, le cerf —constamment sur le qui-vive dans l'éventualité d'une attaque— a une bien meilleure vision que la taupe dont les yeux se sont adaptés à la vie dans des tunnels souterrains sombres. Nous sommes tous familiers avec le fait que les chiens ont un odorat beaucoup plus fin que le nôtre—et qu'ils entendent des sons inaudibles

Espèce	Poids (lb)
Orignal	800-1100
Wapiti	400-1000
Ours noir	200-600
Cerf-mulet	70-450
Caribous des toundras	150-400
Cerf de Virginie	90-400
Pronghorn	70-150
Coyote	15-50
Raton laveur	10-30
Renard roux	8-30
Marmotte d'Amérique	5-14
Lièvre d'Europe	6-12
Lièvre de Townsend	5-10
Mouffette rayée	2-5
Lièvre d'Amérique	3-4
Lapin à queue blanche	2-4

Tableau 4.2 Poids de quelques mammifères communs d'Amérique du Nord

pour l'oreille humaine. Un grand nombre d'espèces ont un sens de l'ouïe, de l'odorat *et* de la vision très développé—à la différence des oiseaux qui ont évolué principalement avec un sens aigu de la vision.

Vision

Tous les mammifères—y compris les humains—détectent la lumière dans la même gamme spectrale. Les mammifères ne peuvent voir la lumière ultraviolette ou infrarouge. D'après l'état de nos connaissances, à l'exception des humains et des autres primates, les mammifères ne reconnaissent pas la couleur.

La rétine de l'œil humain se compose essentiellement de cellules de forme conique qui président à la netteté de la vision et à la détection de la couleur. Par contraste, la rétine de l'œil des mammifères non humains se compose presque entièrement de bâtonnets qui enregistrent le noir, le blanc et le gris. Tout en limitant la détection de la couleur, les bâtonnets rétiniens permettent également une vision nocturne améliorée—un grand nombre de mammifères voient aussi bien la nuit que nous pendant les heures de la journée.

En raison de l'absence de cône rétinien chez les non-primates, leur acuité visuelle est moins grande; en revanche, ces animaux se sont adaptés à la détection du mouvement. Les mammifères peuvent ne pas détecter la présence d'un être humain à la condition

qu'il reste immobile; toutefois, les mammifères non humains peuvent détecter le moindre mouvement—même un battement de cils. Des prédateurs comme le loup et le coyote ont une acuité visuelle semblable à celle de l'espèce humaine. Leurs yeux tournés vers l'avant procurent une vision binoculaire apte à la perception du relief. La plupart des mammifères proies ont une vision médiocre mais sont très sensibles à la détection du mouvement. Les yeux protubérants sur les côtés de leur tête procurent avant tout une vision monoculaire d'une ampleur proche de 360 degrés, en permettant le mouvement et la détection du danger d'où qu'il vienne.

Ouïe

Les mammifères non-primates possèdent un sens bien développé de l'ouïe; leur oreille interne est semblable à l'oreille humaine autant sur le plan de la structure que de la fonction. L'ouïe humaine est sensible aux sons dont la fréquence varie entre 40 et 20 000 hertz. Les chiens et les autres canidés—tels que le coyote et le loup—peuvent entendre des fréquences dans une gamme allant jusqu'à 30 000 ou 40 000 hertz. On croit que le cerf perçoit des fréquences aussi élevées que 30 000 hertz. Les chauves-souris, qui émettent des sons pour l'écholocation des insectes, peuvent détecter des fréquences de 100 000 hertz, bien que l'on ne sache pas si la détection du son à ces hautes fréquences est le fait d'une ouïe au sens où nous la comprenons.

En dehors de leur capacité à percevoir les fréquences sonores au-delà de notre domaine des fréquences audibles, beaucoup de mammifères sont munis d'une oreille externe proportionnellement plus large que celle de l'être humain. Des oreilles en pavillon procurent une surface réfléchissante plus importante dirigeant les ondes sonores vers l'oreille interne pour la réception et la détection des sons les plus faibles. Les mammifères sont également dotés de la capacité de bouger leurs oreilles—souvent indépendamment l'une de l'autre—afin de mieux identifier et repérer les sons.

Odorat

Les humains et les oiseaux *voient* le monde; les autres mammifères le *flairent*. Parmi tous les sens, l'odorat est le plus développé chez les mammifères. Leur environnement est riche en odeurs qui les informent de la présence du danger, de la nourriture et de la famille. Des études ont montré que le cerf ne peut discerner ses propres faons par la seule vision—mais se fie à son odorat. Bien que les humains puissent identifier des centaines d'odeurs différentes, la portée de l'odorat d'un mammifère est une réalité que nous ne pourrons jamais nous représenter.

Chez les humains, le nez est associé à la respiration mais sa fonction première chez la plupart des mammifères est celle de l'olfaction, ou flair. Ce sens de l'odorat détecte d'infimes quantités de particules chimiques qui déclenchent les réactions des chémorécepteurs localisés dans le tissu épithélial recouvert de mucus qui tapisse les voies nasales.

La détection chimique se produit aussi bien à l'intérieur du nez qu'à la surface—à l'extérieur des narines. Les agents chimiques se dissolvent dans l'air et sont détectés par les récepteurs superficiels de cette portion humide du nez.

Le sens aigu de l'odorat chez les mammifères est véritablement stupéfiant. Les coyotes et les loups détectent souvent des campagnols sous une épaisse couche de neige uniquement par l'odorat. Les cerfs et les mouflons de montagne utilisent également leur odorat pour détecter de la nourriture sous la neige. De grands ongulés—comme le cerf, l'orignal et l'élan d'Amérique—ne possèdent pas une vision perçante et dépendent souvent de la trace odorante d'un prédateur pour reconnaître le danger. Dans des conditions idéales, les limiers peuvent suivre une odeur vieille de deux semaines. De petits mammifères dotés d'une ouïe et d'une vision médiocres—tels que les campagnols et les souris—dépendent presque entièrement de l'odorat pour survivre dans leur milieu.

Goût

Les expériences sur les mammifères indiquent qu'ils ont un goût très développé. Tout comme les humains, les mammifères peuvent détecter le goût seulement par ses qualités douces, acides, amères ou salées. La capacité humaine à différencier les saveurs dépend en fait beaucoup plus de notre odorat que du goût proprement dit. Cela est probablement vrai aussi des autres mammifères, ce qui est de nature à dérouter les efforts visant à atteindre le bon équilibre entre goût et odorat dans la mise au point d'une nourriture dissuasive chimiquement modifiée—car nous ne savons tout simplement pas ce qui a bon ou mauvais goût pour les différentes espèces de mammifères.

Toucher

Pour les mammifères, le sens du toucher se concentre premièrement sur la surface cutanée qui n'est pas recouverte de fourrure—le nez, la langue et les coussinets des pattes. Les mammifères sont munis de capteurs tactiles localisés sur la peau qui détectent les sensations de chaleur et de froid, l'effleurement, la pression et la vibration. À la différence des oiseaux, le sens du toucher chez les mammifères est important pour la communication. La stimulation tactile comme le léchage, le reniflement, le toilettage et le pincement est un aspect important des comportements sociaux variés incluant la fonction de reproduction et d'apprentissage.

Comportement des mammifères

Collectivement, les mammifères montrent une richesse de comportement complexes qui varient selon la saison, les heures du jour, les conditions environnementales et l'espèce.

Périodes d'activité

Les mammifères sont en majorité nocturnes, c'est-à-dire actifs de nuit. La présence de traces et d'excréments sont souvent les seuls indices qui trahissent la présence de mammifères dans une zone donnée. Leur identification et la détermination des espèces

qui occupent l'environnement d'un aérodrome sont des interventions cruciales pour réduire les dangers possibles car plus de 60 pour cent des collisions signalées avec des mammifères surviennent la nuit. Certains mammifères—y compris les lapins, les lièvres et les chevreuils—sont très actifs à l'aube et au crépuscule. Ils passent le milieu du jour—et leur nuit—à se reposer. D'autres espèces de mammifères tels que les écureuils et les grands herbivores sont actifs seulement pendant le jour.

Un certain nombre de facteurs peuvent avoir une influence sur les modes d'activités des mammifères. Par exemple, l'abondance ou la pénurie de sources de nourriture prolongent l'activité de nutrition au-delà des périodes normales. À l'automne, beaucoup de mammifères consacrent plus de temps à se nourrir afin de constituer des réserves d'énergie pour l'hiver. Dans le temps de l'accouplement, aussi bien les mâles que les femelles sont souvent actifs pendant des périodes prolongées. Les mammifères ont tendance à être moins actifs lorsque les conditions atmosphériques sont défavorables, bien que ces périodes d'inactivité forcée soient souvent suivies d'une augmentation notable d'activité.

Nourriture

Les mammifères se classent en quatre groupes selon la façon dont ils se nourrissent :

1. carnivores (viande),
2. herbivores (végétaux),
3. insectivores (insectes),
4. omnivores (généralistes au régime très varié).

Environ 80 pour cent des espèces de mammifères sont herbivores se nourrissant de feuilles, pousses, racines, brindilles, brout et graines. Beaucoup de mammifères sont attirés vers les aéroports par les terrains herbeux et par les arbres et arbustes qui poussent aux abords. La plupart des herbivores se nourrissent de types de végétation particuliers. Ainsi, l'élimination ou le contrôle de ces sources de nourriture peut constituer une méthode de gestion primaire. Par exemple, l'activité du cerf peut être réduite par l'élimination des arbustes et de l'habitat forestier d'espèces pionnières qui lui fournit la nourriture qu'il broute. De la même manière, les programmes de gestion de l'herbe qui assurent le contrôle du couvert herbeux et de la production de semences peuvent réduire les populations des petits mammifères.

Les carnivores sont le deuxième groupe de mammifères qui vivent dans les aéroports. Ils sont attirés par la présence de petits mammifères. La présence de coyotes et de renards est le signe de populations florissantes de petits mammifères comprenant des campagnols, des souris, des lapins et des lièvres. Dans ce cas, le contrôle des proies est souvent le meilleur moyen de réduire le nombre des prédateurs.

Espèce	Taille du domaine vital
Ours noir	80 milles carrés
Raton laveur	1 mille carré
Loup	100 à 300 milles carrés
Coyote	50 à 100 milles carrés
Renard	1 à 4 milles carrés
Orignal	1 à 2 milles carrés
Cerf de Virginie	0,0625 à 0,469 mille carré
Lièvre d'Amérique	0,016 mille carré
Écureuil roux	0,003 à 0,008 mille carré
Campagnol des champs	0,0008 à 0,001 mille carré

Tableau 4.3 Taille du domaine vital de quelques mammifères communs d'Amérique du Nord

Comportement des mammifères qui constitue une menace pour l'aviation

Le comportement des mammifères qui pose des risques pour l'aviation se subdivise ainsi :

- comportement qui crée des menaces directes et indirectes pour l'aviation,
- comportement qui crée d'autres menaces dans l'environnement aéroportuaire.

Comportement des mammifères qui crée des menaces directes et indirectes pour l'aviation

Mouvements

Les mammifères ne rôdent pas au hasard; leurs activités quotidiennes se déroulent à l'intérieur d'un domaine vital ou territoire bien défini. Ces domaines qui sont décisifs pour déterminer les densités locales de population varient beaucoup par leur taille. Généralement, cette dernière est en rapport avec la taille de l'espèce; les grands mammifères sont plus mobiles et nécessitent un accès à des sources de nourriture plus abondantes et occupent donc un territoire plus étendu. Le tableau 4.3 présente les tailles typiques des domaines vitaux de quelques groupes de mammifères dont le régime alimentaire est semblable mais la taille corporelle varie.

Les mouvements à l'intérieur d'un domaine vital varient selon les espèces. Un grand nombre de carnivores parcourent d'une manière incessante leur territoire en quête de proies. D'autres espèces font des mouvements circonscrits entre les différents habitats de leur domaine vital, réagissant aux variations locales et saisonnières qui

affectent l'abondance des types particuliers de nourriture ou des exigences de l'habitat de reproduction particulier. Au cours de la saison d'accouplement, la recherche d'un compagnon peut déborder le domaine vital typique du mâle. Bon nombre des espèces de rongeurs sont étonnamment statiques, se déplaçant uniquement de quelques centaines de mètres dans le cours de leurs activités quotidiennes.

Certains mammifères, notamment les ongulés de grande taille tels que le cerf, entreprennent des migrations saisonnières. La connaissance de ces mouvements aide le personnel de contrôle de la faune à réduire les risques que posent les grands mammifères. Le caribou, qui peuple le Grand Nord, entreprend des migrations importantes entre le pâturage d'été et son aire d'hivernage. Certaines hardes parcourent des centaines de milles chaque année, au printemps et à l'automne. Des populations locales de cerfs de Virginie migrent pour gîter dans des enceintes bien établies et protégées au cours des hivers très enneigés. Selon les conditions locales, ces mouvements peuvent couvrir plus de cent kilomètres. Un examen des données concernant les collisions avec des cerfs sur une période de cinq ans indique que 45 pour cent de tous les impacts surviennent à l'automne, lorsque de nombreuses populations locales se déplacent vers leurs aires d'hivernage.

Comportement social

Les mammifères font preuve d'un comportement social complexe dans tous les aspects de leurs vies. Les études s'étant multipliées au cours de 30 dernières années, la connaissance de ce comportement forme une grande partie de la littérature scientifique sur les mammifères et fournit des renseignements précieux pour le personnel de contrôle de la faune des aéroports—notamment par rapport aux liens que les mammifères entretiennent avec leurs congénères. Quelques-uns vivent par petits groupes épars; d'autres forment des hardes et des troupeaux bien structurés ou vivent dans des colonies très organisées.

La majorité des rongeurs d'Amérique du Nord mènent des vies solitaires sur leur territoire. Par contraste, quelques espèces de rongeurs—marmottes, écureuils terrestres et chiens de prairie—se réunissent dans des colonies nombreuses. Les rongeurs coloniaux vivent dans des tanières et des terriers que les membres de la colonie aménagent et défendent collectivement. Une ville des chiens de prairie, avec son réseau complexe de terriers, tunnels et entrées, peut couvrir plusieurs centaines d'acres et abriter des centaines d'individus groupés dans des blocs distincts. Aussi bien le spermophile du Columbia que celui de Richardson vivent dans de petites colonies comprenant de 20 à 30 individus. Les terrains herbeux des aéroports, étendus et calmes, sont attrayants pour ces colonies. Une fois établies, celles-ci peuvent provoquer de nombreux problèmes sur les lieux d'un aéroport, en interférant avec les programmes de gestion de l'herbe, en mordillant et en endommageant les fils électriques, en rongeant le terrain sous les pistes et les voies de circulation et en attirant des oiseaux et des mammifères prédateurs.

Les ongulés, tels que le cerf, l'élan d'Amérique et le caribou, vivent dans des groupes et des hardes variant de trois à plusieurs centaines d'animaux. Le cerf de Virginie et le

cerf mulet sont les espèces les plus communes qui se réunissent en hardes dans la plupart des régions d'Amérique du Nord. Le cerf mulet est en général plus grégaire que le cerf de Virginie. Il vit dans de petites troupes formées de deux à 20 individus d'âge mixte tout au long de l'année. Le cerf de Virginie est plus solitaire l'été; toutefois, vers la fin de l'automne et en hiver il se regroupe en hardes qui peuvent comprendre des centaines d'individus. Dans les zones où les sources de nourriture sont limitées, les terrains herbeux protégés et les petits terrains boisés des aéroports peuvent attirer les cerfs en grand nombre. Par exemple, les aéroports O'Hare de Chicago et Lester B. Pearson de Toronto sont situés dans des zones très urbanisées; ces aéroports ont, tous deux, signalé des hardes réunissant jusqu'à 50 têtes.

Indépendamment de leur taille, les hardes de cerfs comportent des risques importants dans l'environnement aéroportuaire. La gestion de ces risques constitue un équilibre subtil entre le souci de la sécurité des passagers et celui de la conservation de la faune. Il y a lieu de sensibiliser le public aux menaces posées par le cerf avant d'entreprendre toute mesure de contrôle efficace.

Comportement des mammifères qui crée d'autres menaces dans l'environnement aéroportuaire

Mammifères rongeurs

Les rongeurs se distinguent par deux paires d'incisives tranchantes qui lui servent à ronger et couper la végétation, des brindilles, des écorces et des graines. L'animal doit utiliser constamment ces dents, qui se développent tout au long de sa vie, pour qu'elles restent tranchantes. La partie frontale de la dent est plus dure mais s'use plus rapidement en rongeant, ce qui crée une arête acérée. Le besoin de mordiller conduit beaucoup de rongeurs à attaquer instinctivement des matériaux aussi durs que le bois, le plastic et même des métaux mous et constitue une menace pour les fils et les installations électriques du terrain et de l'intérieur des bâtiments et des aéronefs. Dans le cas des aéroports qui comportent des populations importantes de petits mammifères, le coût des dommages peut être considérable.

Mammifères fouisseurs

L'action de creuser—propre à un grand nombre d'espèces animales—est un motif de préoccupation en milieu aéroportuaire. Certains mammifères, comme le coyote, le renard et le loup, creusent et occupent des tanières uniquement dans le but de prendre soin de leur progéniture. Les terriers de la marmotte d'Amérique, de l'écureuil terrestre et du chien de prairie servent à la reproduction et au repos et à la protection contre les prédateurs. La tanière d'une seule marmotte peut comporter un réseau d'entrées et de tunnels multiples; la longueur d'une tanière peut dépasser 45 pieds. Les écureuils terrestres creusent des terriers compliqués à plusieurs entrées qui forment un labyrinthe de galeries, passages aveugles et chambres. Ces tunnels ont une longueur variant de 10 à 60 pieds.

Ces excavations menacent les programmes de gestion de l'herbe sur les terrains des aéroports, interfèrent avec les lames et les roues des machines à couper. L'affouillement peut également causer l'effondrement des accotements des pistes et des voies de circulation.

Comportement des mammifères face aux aéronefs

De nombreux facteurs peuvent modifier le comportement des mammifères face à un aéronef, notamment :

- l'espèce
- la période de l'année,
- les conditions atmosphériques,
- l'âge et la condition du mammifère,
- la familiarité du mammifère vis-à-vis de l'aéronef et du milieu aéroportuaire.

La documentation scientifique concernant le comportement des mammifères face à un aéronef fait défaut. Les renseignements anecdotiques sont également peu nombreux; de nombreuses rencontres mammifère-aéronef surviennent pendant la nuit lorsque les pilotes sont incapables d'observer l'état d'effroi et la réaction de fuite de l'animal.

Comportement évolutif et adaptatif des mammifères en présence des aéronefs

À la différence des oiseaux, la plupart des mammifères se méfient de la présence humaine. Cela est particulièrement vrai des grands mammifères tels que le cerf, l'ours, le loup et le coyote. Les mammifères réagissent en se figeant lorsqu'un bruit ou un mouvement les alarme et en évitant de bouger pour ne pas être détectés pendant qu'ils localisent la source du danger. Cette réaction est suivie d'un comportement de fuite et l'animal court en ligne droite dans le sens opposé à la menace perçue; il paraît savoir d'instinct qu'une tentative de fuite qui n'est pas précédée par l'identification de la menace peut l'amener à rencontrer la source du danger même.

Pourtant les mammifères qui posent une menace d'impact sur un terrain d'aéroport n'ont pas une crainte innée d'un aéronef ou d'un véhicule. Les mammifères s'adaptent à presque tous les sons ou les mouvements et s'habituent rapidement aux bruits et aux mouvements d'un aéronef. Dans les parcs nationaux, par exemple, le cerf, l'orignal, l'élan d'Amérique et l'ours paissent fréquemment sans s'émouvoir le long de routes et de lignes de chemin de fer fréquentées, accoutumés à cette activité intense.

Réactions comportementales des mammifères face aux aéronefs

Le comportement des mammifères face à un aéronef est imprévisible; il varie selon l'espèce de l'animal et sa maturité.

Les données indiquent que le cerf est le mammifère qui se fait le plus fréquemment frapper dans les aéroports. Compte tenu de son agilité et de sa prudence, cette susceptibilité paraît curieuse, mais effrayé par le bruit et pris dans les phares d'atterrissage, il

Photo : Brian Blackley, Troy Messenger

Lear 60 détruit à la suite d'une collision avec un cerf au moment de l'atterrissage à Troy (Alabama) en janvier 2001.

se fige, ce qui lui est souvent fatal—avant qu'il ne soit capable de localiser la source du danger et de s'enfuir, l'aéronef fonce sur lui. Ces mammifères sont hypnotisés lorsqu'ils fixent une source puissante de lumière la nuit; ils restent souvent figés pendant un laps de temps prolongé avant de s'esquiver, peut-être parce que la lumière éblouissante les aveugle et les empêche de voir ce qui se trouve derrière les phares.

Les chasseurs du cerf de Virginie se postent souvent sur des arbres car ils prétendent que l'animal ne détecte pas les mouvements à une distance de plus de trois mètres au-dessus de sa ligne de vision. Il se peut que le cerf de Virginie ne se tourne pas instinctivement vers une source de danger en hauteur car peu de prédateurs l'attaquent d'en haut. Pourtant dans les régions fréquentées par le cougar—qui s'élance des arbres et des rochers—le cerf mulet et le cerf à queue noire doivent vraisemblablement regarder en haut à l'affût d'un danger avec plus de probabilité que le cerf de Virginie.

La nature dynamique des populations de mammifères

La plupart des populations de mammifères demeurent stables à hauteur ou proches de la capacité portante de l'espèce, d'une année à l'autre. Les fluctuations annuelles de population mises à part, —à l'apogée à la fin de l'automne et faible au début du printemps—il est rare de constater des changements radicaux dans leur nombre. À la différence des oiseaux, qui sont très mobiles et capables de s'approcher ou de s'éloigner rapidement d'un lieu donné, les mammifères ont tendance à être limités dans leurs mouvements à l'intérieur de la zone dans laquelle ils sont nés. En outre, la compétition entre des espèces de mammifères semblables se traduit par des confins territoriaux bien délimités en empêchant l'établissement de nouvelles populations hors des domaines vitaux existants.

Le nombre de certaines espèces de mammifères affiche des changements cycliques. Par exemple, les populations du lièvre d'Amérique, du lemming et de quelques espèces de campagnols enregistrent des oscillations dramatiques. Ces fluctuations suivent un schéma cyclique sur un certain nombre d'années—des nombres extrêmement bas ou élevés, suivis par un effondrement de population dû soit à un épuisement de la nourriture

soit à la propagation d'une maladie. La variation entre des valeurs élevées et basses de population peut être extrême. Par exemple, les études du comportement du lièvre d'Amérique ont montré des densités de population d'un individu par mille carré jusqu'à 3 400 individus par mille carré. Les fluctuations des populations du campagnol des champs surviennent sur une période de trois à quatre ans, la densité s'élevant de 15 à 45 individus par acre à des pointes de 400 animaux. Il n'est pas surprenant que les populations des prédateurs s'élèvent et chutent en même temps que celles de leurs proies, bien que leur nombre atteigne rarement les mêmes hauts et bas.

D'autres variations non cycliques des nombres de populations de mammifères peuvent être enregistrées par effet direct d'une abondance ou d'une pénurie soudaine de nourriture. Les populations peuvent augmenter lorsque des périodes prolongées de conditions climatiques favorables conduisent à une abondance de nourriture. Les quantités peuvent également s'accroître lorsque les animaux sont attirés vers des zones procurant une disponibilité de nourriture de courte durée. Des pénuries périodiques et extrêmes peuvent entraîner des déplacements de populations entières d'animaux; des ours noirs en quête de nourriture rôdaient dans des collectivités suburbaines d'Ottawa vers le milieu des années 1990 à la suite d'une pénurie de baies sauvages survenue à l'automne. Dans les zones où les chutes de neige hivernales sont abondantes, deux ou trois hivers consécutifs plus doux que d'habitude peuvent produire un accroissement notable de la population de cerfs. Leur nombre est contrôlé principalement par le biais de la mortalité hivernale; là où la nourriture abonde, peu d'animaux meurent.

Les mammifères sont capables d'étendre leur domaine vital uniquement lorsque les pressions des prédateurs ou des espèces concurrentes se relâchent ou lorsqu'un nouvel habitat devient accessible. Ces changements ont tendance à intervenir sur des territoires géographiques vastes où des populations locales éparses connaissent une expansion graduelle. Par exemple, le coyote a étendu son domaine vers le Nord et à l'Est jusqu'au Canada, au début du XX^{e} siècle. Cette expansion lente du domaine du coyote était directement liée à la disparition de son prédateur et concurrent—le loup. En conséquence, le domaine vital du coyote et sa densité de population continuent de croître au Canada. De la même manière, la déforestation—conjuguée à la diminution des populations de loups—a permis au cerf de Virginie de se répandre à l'est du Canada et des États-Unis.

Quelques mammifères ont récemment étendu leur domaine vital et vu leur population augmenter par l'effet direct d'initiatives humaines. De grands gibiers comme le cerf de Virginie, l'élan d'Amérique et l'orignal ont fait l'objet des programmes d'introduction depuis le début du XX^{e} siècle. Les programmes de gestion des habitats et la création de réserves naturelles et de parcs ont bénéficié grandement aux populations d'animaux-gibiers locales. Enfin, la diminution des activités de trappage et la suppression de certains programmes de lutte antiparasitaire ont ramené de nombreuses espèces dans leurs domaines vitaux et entraîné une reprise de la densité de leurs populations locales.

Adaptations des mammifères au paysage humain

En Amérique du Nord, la vaste majorité des espèces de mammifères ne se sont pas bien adaptées à la présence humaine accrue qui, au cours des 200 dernières années, a provoqué des réductions considérables des nombres et de la répartition de quelques-uns des mammifères présents sur le continent. Il est parfois difficile de croire les récits historiques des premiers colons et explorateurs qui ont décrit d'un océan à l'autre l'abondance des ours, des loups, des cougars, des grands animaux gibiers et animaux à fourrure. Déplacés et exterminés par l'activité humaine, beaucoup de grands mammifères occupent aujourd'hui des domaines vitaux qui ne sont qu'une fraction de ce qu'ils étaient autrefois. Les activités de coupe forestière et les cultures agricoles ont éliminé les habitats de beaucoup d'espèces repérées aujourd'hui uniquement dans des régions éloignées et des parcs à l'état naturel. Beaucoup de petits rongeurs et de mammifères carnivores considérés comme une menace directe aux intérêts agricoles ont été sujets à des programmes extensifs et prolongés d'extermination qui ont eu pour effet de réduire leur territoire et la taille de leur population.

Un petit nombre seulement de mammifères se sont adaptés aux environnements ruraux, suburbains et urbains—des espèces tels l'écureuil de nos parcs, le cerf dans nos campagnes, les mouffettes et le raton laveur. Trois facteurs ont contribué au succès de quelques mammifères dans le paysage humain d'aujourd'hui :

1. une augmentation des sources de nourriture,
2. une augmentation des habitats,
3. une augmentation des populations et l'expansion des domaines consécutive à la réduction des activités de chasse et piégeage, ainsi qu'à l'absence de prédateurs et de concurrents naturels.

De nombreux mammifères ont bénéficié de l'essor de l'agriculture qui a étendu l'habitat en terrain dégagé et procuré de nouvelles sources de nourriture. Beaucoup de cultures—céréalières. légumières et fruitières—offrent des sources nouvelles et abondantes de nourriture à un certain nombre de mammifères. Les pâturages et les prairies fournissent un habitat à quelques petits mammifères dont l'abondance et le domaine étaient traditionnellement limités par la prédominance de la forêt. La mosaïque rurale de champs débroussaillés, de terrains cultivables et de pâturages, de haies basses et de boisés composent un habitat idéal pour des espèces aussi variées que le coyote, le renard, le lapin et le lièvre, le siffleux, le campagnol et le cerf de Virginie. Certains mammifères tels que les mouffettes, les ratons laveurs, les chauves-souris et les écureuils ont réussi à exploiter avec grand succès le paysage humain et leur présence est désormais commune dans les milieux suburbain et urbain. Quelques grands mammifères comme le cerf et le coyote ont bénéficié de l'éloignement par l'homme de prédateurs naturels et de concurrents. Dans de nombreuses régions du Canada et des É.-U., le cerf et le coyote sont aujourd'hui souvent plus présents dans les zones rurales et suburbaines que dans leurs habitats naturels. À mesure que leur population augmente, beaucoup d'espèces dont la densité n'est plus assujettie à un contrôle se rétablissent eux-mêmes dans beaucoup de zones rurales et suburbaines.

Caractéristique	Avantage	Espèce de mammifère
Cultures céréalières	Source de nourriture directe	Lapin, lièvre, écureuil, cerf, marmotte d'Amérique, raton laveur
Pâturages et prairies de fauche	Source de nourriture directe	Lapin, lièvre, écureuil terricole, cerf, campagnol
	Augmentation de petites proies à l'avantage des prédateurs	Renard, coyote, blaireau, mouffette
	Habitat plus étendu	Campagnol, souris, mulot, lapin, lièvre, blaireau, marmotte d'Amérique, écureuil terricole
Mosaïque rurale de haies basses et de boisés	Habitat plus étendu	Renard, coyote, lapin, marmotte d'Amérique, raton laveur, mouffette, cerf
Vergers et cultures de baies	Source de nourriture directe	Cerf, raton laveur, mouffette, ours, lapin, mulot, campagnol
	Habitat plus étendu	Campagnols, mulot, lapin, marmotte d'Amérique, mouffette
Sites de décharge et de déchets alimentaires	Source de nourriture directe	Renard, coyote, ours, mouffette, raton laveur rat, mulot
Immeubles	Abri	Raton laveur, mouffette, mulot, rat, chauve-souris, écureuils arboricole
Massifs d'arbustes	Habitat plus étendu	Renard, coyote, mouffette, raton laveur, marmotte d'Amérique, cerf, lapin, lièvre, campagnol, mulot
Bassins, étangs, canaux et douves	Habitat plus étendu	Rat musqué, castor, raton laveur
Forêts exploitées et gérées	Nourriture plus abondante et habitat plus étendu	Cerf, orignal, wapiti
Zones de conservation et refuges	Habitat plus étendu	La plupart des mammifères
Programmes de gestion de la faune, mesures de contrôle, chasse et piégeage	Réduction de la pression sur les populations	Coyote, renard, castor, rat musqué, cerf, lièvre, écureuil terricole, marmotte d'Amérique, raton laveur

Tableau 4.4 Caractéristiques de l'environnement humain attrayantes pour les mammifères

Bien que les mammifères, en tant que groupe, n'aient pas exploité le paysage humain avec un aussi grand succès que les oiseaux, on peut affirmer que certains d'entre eux en ont assurément tiré parti—et qu'ils ont tendance à faire partie des espèces rencontrées le plus fréquemment dans l'environnement aéroportuaire (v. tableau 4.4).

Mammifères qui créent communément des problèmes de sécurité aérienne

Les données relatives aux impacts de la faune indiquent qu'un certain nombre d'espèces sont entrées en collision avec des aéronefs en Amérique du Nord. Certains, tels que le cerf et le coyote, sont directement impliqués dans des collisions. D'autres espèces, et en particulier les campagnols, sont impliquées indirectement car elles attirent les prédateurs comme les renards, les buses et les hiboux qui, eux, peuvent être directement associés aux impacts signalés.

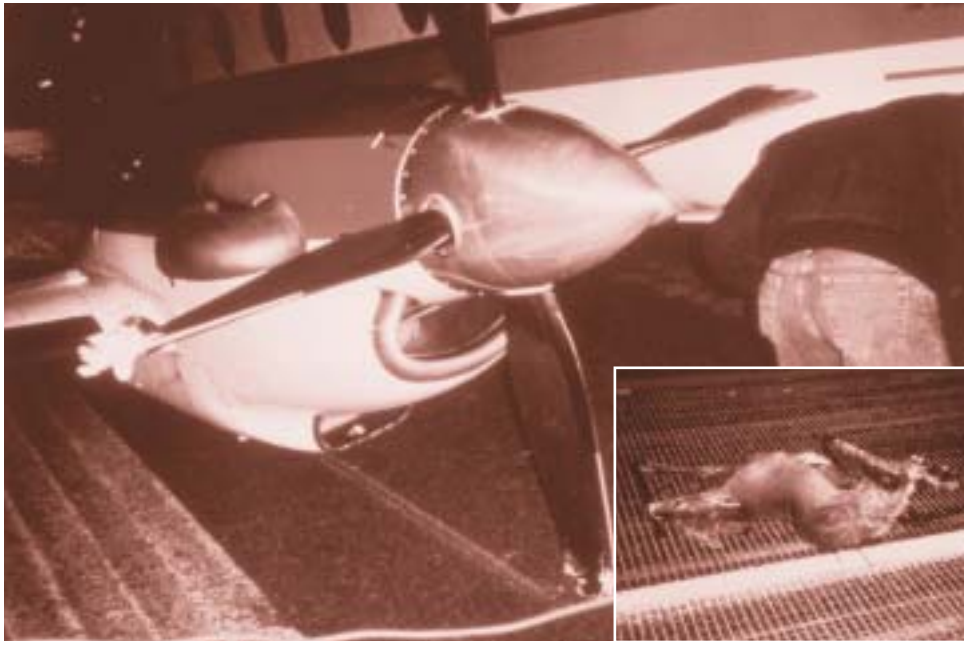
Les sections qui suivent présentent quelques-unes des espèces impliquées directement ou indirectement dans des collisions.

Espèces impliquées directement dans des impacts de la faune

Cerf

- Près de 70 pour cent de tous les impacts signalés avec des mammifères en Amérique du Nord impliquent le cerf, ce qui fait de cet animal la principale menace. Plus de 40 collisions avec des cerfs sont signalées annuellement en Amérique du Nord—dont beaucoup entraînent des dommages importants pour l'aéronef.

- Sur les deux espèces de cerf d'Amérique du Nord—le cerf mulet et le cerf de Virginie—impliquées dans des collisions avec les aéronefs, le cerf de Virginie constitue le plus grand risque, notamment en raison de sa répartition plus étendue.



Beech 1900 très endommagé après avoir percuté un cerf de Virginie à Latrobe (Pennsylvanie), en décembre 1996.

Cerf et coyote. Les deux mammifères les plus souvent frappés en Amérique du Nord.

- Le cerf de Virginie s'est bien adapté au paysage façonné par l'homme. Les populations de nombreuses zones rurales et suburbaines ont augmenté considérablement en raison de l'absence de prédateurs naturels, l'absence de chasse et la disponibilité de nourriture. Dans certaines zones, les populations atteignent des densités telles que la famine est le premier facteur de contrôle.

- Ces espèces de cerfs ont, toutes deux, tendance à migrer et à parcourir des distances aussi grandes que 100 milles pour se rendre aux aires d'hivernage en hardes de tailles différentes.

- Sur les terrains aéroportuaires, le cerf est attiré par la végétation à grandes feuilles, les terrains herbeux et les espèces végétales cultivées—et particulièrement le trèfle et la luzerne; il broute également les feuilles des arbustes et les jeunes pousses. Les terrains et les ravins boisés fournissent un abri sûr et des aires de repos. Dans les milieux suburbains, les aéroports peuvent abriter une concentration de cerfs, procurant la seule source de nourriture et le seul lieu où ils sont à l'abri.

- Dans les zones rurales, le cerf est attiré par les cultures céréalières, les vergers, les bois d'arbres à feuilles caduques non encore parvenus à maturité ainsi que les plantations d'épicéas et de pins qui fournissent un couvert hivernal idéal. Les haies-clôtures des exploitations agricoles sont souvent utilisées comme couloirs entre les aires de nutrition et de repos.

Coyote

- Après le cerf, le coyote est l'animal le plus dangereux dans les aéroports d'Amérique du Nord. Entre 1992 et 1996, 35 collisions ont été signalées aux États-Unis, totalisant 11 pour cent de tous les impacts de mammifères. Le coyote est attiré par l'environnement aéroportuaire en raison de la présence de petits mammifères tels que les campagnols,

les lapins, les lièvres et les marmottes d'Amérique. Les terrains d'aviation qui abritent des populations de marmottes et de blaireaux d'Amérique offrent également des aires de mise bas aux coyotes.

- Bien qu'ils soient souvent confondus avec les loups, les coyotes ont une taille plus petite et un corps plus mince; ils ressemblent à des chiens de taille moyenne. Au cours des 50 dernières années, cette espèce a étendu son territoire au nord-est des États-Unis et dans l'est du Canada.

- L'unité sociale de base comprend le couple et les petits, mais en hiver ils forment des troupeaux afin de chasser des grands animaux comme le cerf. Les troupeaux de coyotes comprennent les autres membres de la famille et se composent de 4 à 10 animaux.

- Le coyote est intelligent et très méfiant à l'égard des humains. C'est un animal qui s'adapte facilement et une des rares espèces de mammifères capables de prospérer dans les milieux ruraux et suburbains. Dans les zones défrichées, il préfère un paysage de prairie ouverte, de boisés. de ravins et de terrains agricoles.

- Les coyotes peuvent être actifs à toute heure de la journée mais ils sont principalement nocturnes.

- Les femelles mettent bas dans des tanières agrandies souvent créées initialement par des marmottes et des blaireaux d'Amérique. Le territoire de chasse autour de la tanière peut atteindre un diamètre de 12 milles. Les femelles reviennent chaque année au même territoire de reproduction.

Renard roux

- Bien qu'il ne représente qu'un risque mineur, le renard roux est impliqué dans certaines des collisions signalées chaque année en Amérique du Nord. Il est attiré vers le milieu aéroportuaire par la présence de campagnols, de lapins et de lièvres. Le renard roux ne dédaigne pas les déchets.

- On dénombre cinq espèces de renards en Amérique du Nord : le renard roux dont l'aire de distribution est la plus vaste et qui est de loin l'espèce la plus commune. Le renard roux est relativement petit—son corps n'est pas beaucoup plus large que celui d'un chat domestique.

- La famille est la cellule sociale de base au moins pendant la moitié de l'année—depuis l'accouplement au début du printemps jusqu'à la dispersion des petits à la fin de l'été. Passée cette période, les animaux sont solitaires jusqu'à la saison d'accouplement suivante. Les renards modifient généralement les terriers abandonnés par la marmotte d'Amérique pour s'y installer, mais ils peuvent aussi creuser leur propre abri.

- Le renard roux préfère des habitats variés dans les zones suburbaines et rurales. Au cours des quelques derniers siècles, l'espèce est devenue particulièrement nombreuse dans les zones rurales, étant attirée par le mélange de petits boisés, de terrains étendus et des haies-clôtures.

- Le renard roux est omnivore et se nourrit de façon opportuniste de tout ce qu'il peut attraper. Vers la fin de l'été et à l'automne, des fruits, des baies et des insectes composent en général son régime. En hiver, la chair crue est sa principale nourriture. De petits mammifères comme des campagnols, des marmottes d'Amérique, des écureuils, des rats musqués, des lapins et des lièvres sont ses proies principales. Les renards roux sont des charognards et hantent les décharges.

- Les renards roux sont actifs surtout la nuit mais ils peuvent chasser vers la fin de l'après-midi et très tôt le matin. Lors de leur quête, ils peuvent parcourir jusqu'à cinq milles.

- La densité moyenne du renard dans les zones agricoles est d'environ deux têtes par mille carré. Néanmoins, les cycles de la population du renard roux connaissent des fluctuations périodiques de 8 à 10 ans durant lesquelles les densités de pointe peuvent atteindre 25 têtes par mille carré.

Espèces impliquées indirectement

Lapins et lièvres

- Contrairement à la croyance populaire, les lapins et les lièvres ne sont pas des rongeurs mais appartiennent à la famille des léporidés (Leporidae), ordre des lagomorphes (Lagomorpha). Bien que les lapins ressemblent à des rongeurs (ordre Rodentia), un certain nombre de différences anatomiques séparent les deux ordres.

- Les lièvres diffèrent des lapins par la largeur du corps et la longueur des oreilles et des pattes arrière. Les lapereaux naissent glabres, aveugles et sans défense, tandis que les jeunes levrauts sont munis d'un pelage, naissent les yeux ouverts et sont capables de courir peu après la naissance.

- L'Amérique du Nord abrite 15 espèces de lapins et de lièvres. Celles dont l'aire de distribution est la plus large et qui sont repérées le plus souvent sur les terrains d'aviation comprennent le lièvre d'Amérique, le lièvre de Townsend et le lièvre californien ainsi que le lapin à queue blanche.

- Toutes les espèces habitent les terrains découverts et les prés et sont fréquentes dans le paysage rural. Elles sont attirées vers les terrains d'aviation par une abondance d'herbes et de dicotylédones. Des plantes cultivées comme le trèfle et la luzerne sont

particulièrement attrayantes. Les haies-clôtures, les ravins recouverts d'arbustes, les fossés et les petits boisés aux abords des aéroports leurs procurent un excellent abri.

- Les lapins et les lièvres sont particulièrement actifs à l'aube et au crépuscule, bien qu'ils exercent une certaine activité nocturne.

- Toutes les espèces sont extrêmement prolifiques, avec trois à quatre portées par an et quatre à cinq jeunes par portée. Les populations locales peuvent augmenter soudainement de façon considérable. Les populations de certaines espèces—tel le lièvre d'Amérique—peuvent connaître des fluctuations très marquées. Les densités peuvent varier de quelques individus par mille carré jusqu'à des pointes de plus de 1 000 par mille carré en quelques années seulement.

- Les lapins et les lièvres constituent un risque mineur. Seulement quelques impacts sont signalés chaque année en Amérique du Nord. Toutefois, les lapins et les lièvres attirent d'autres animaux qui font peser une menace plus importante sur l'environnement aéroportuaire—notamment des prédateurs comme les renards, les coyotes, les buses et faucons, les hiboux et les aigles.

Écureuils

- Les écureuils (Sciuridés) sont une des plus grandes familles qui appartiennent à l'ordre des rongeurs (Rodentia). Cette famille comprend des mammifères communs et bien connus tels que les tamias, la marmotte d'Amérique, les marmottes, les écureuils terrestres, les chiens de prairie et les écureuils arboricoles.

- Parmi les écureuils arboricoles, l'écureuil roux, l'écureuil fauve et l'écureuil gris sont les plus communs et sont présents dans toutes les régions. Toutes les espèces sont arboricoles et terricoles et vivent dans les habitats boisés les plus variés. Leurs nids sont généralement situés dans les arbres mais ils utilisent également des structures artificielles tels des poteaux, des tours, des édifices et des pièces de machinerie comme aires de nidification. Ils se nourrissent de tout, depuis les graines, les noix et les bourgeons jusqu'aux fleurs et aux champignons. Ces espèces se sont bien adaptées aux environnements urbain et rural et sont repérables dans les boisés, les parcs, les haies-clôtures, les brise-vent et tous les types de plantes paysagères.

- Bien qu'aucun cas de collision impliquant des écureuils terricoles ou arboricoles avec un aéronef ne soit documenté, ces mammifères peuvent contribuer indirectement aux risques d'impacts en attirant de grands oiseaux de proie et des mammifères prédateurs dans l'environnement aéroportuaire. Les deux espèces peuvent causer également des problèmes en rongeant les câbles et les fils, en établissant des nids et en déposant de la nourriture dans des édifices, de l'équipement de maintenance et des aéronefs stationnés. Les vastes réseaux de terriers des écureuils terrestres peuvent interférer avec les activités de gestion de l'herbe.

- On dénombre plus de 15 espèces d'écureuils terricoles, et parmi elles les chiens de prairie. Beaucoup d'espèces ont un territoire restreint et ne sont repérées que dans certaines zones d'une province ou d'un état. La plupart habitent les prairies herbeuses bien drainées où ils creusent des réseaux élaborés de tunnels ayant des accès multiples. Ils se nourrissent de feuilles, de graines et de plantes cultivées.

- L'Amérique du Nord compte cinq espèces de marmottes, le plus important des écureuils terricoles. La marmotte commune—ou siffleux—est la plus connue dans tout le Canada et l'est des États-Unis. Une grande marmotte d'Amérique peut mesurer deux pieds de longueur et peser 14 lbs. Ces animaux prospèrent dans les terrains bien drainés, les pâturages et les haies-clôtures. Ils broutent en tout premier lieu et se nourrissent des parties végétatives des herbes, de graminées et jeunes plantes cultivées. Leurs tanières et terriers sont des grandes structures élaborées; les entrées du terrier ont souvent la forme de monticules de terre.

- Les marmottes d'Amérique constituent un risque mineur. Seuls quelques impacts sont signalés chaque année en Amérique du Nord. Toutefois, ils attirent vers l'aéroport des mammifères et des oiseaux qui posent une menace directe. Leurs terriers dérangent passablement la coupe de l'herbe et peuvent provoquer l'effondrement des accotements des pistes et des voies de circulation. Les marmottes d'Amérique rongent également les fils, ce qui provoque des dommages aux systèmes de communications et d'éclairage de l'aéroport. Leurs terriers abandonnés fournissent des aires d'abri et de reproduction à d'autres espèces variées de mammifères tels les renards, coyotes, mouffettes et ratons laveurs.

Campagnol

- Les campagnols sont souvent confondus avec les mulots, mais il ont une queue plus courte, des oreilles plus petites et un corps plus large et musclé.

- Plus de 20 d'espèces de campagnols peuplent l'Amérique du Nord. Beaucoup habitent les terrains herbeux où ils se nourrissent de végétaux : feuilles, tiges, racines, fruits, graines et fleurs. Le campagnol des champs, dont l'aire de distribution est la plus large, est l'espèce la plus souvent signalée dans les aéroports.

- Les campagnols sont rarement aperçus et leur présence est trahie par un réseau étendu de tunnels herbeux dont le diamètre mesure 1,5 pouce et leurs nids en boule d'herbes dont le diamètre varie de 6 à 8 pouces.

- Dans des conditions idéales, le campagnol des champs peut se reproduire à longueur d'année; les populations peuvent donc augmenter rapidement. Le cycle des populations locales s'échelonne sur une période de trois à quatre ans, avec des pointes de quelques centaines d'animaux par acre.

Bien qu'ils ne soient pas souvent considérés comme une menace, de petits mammifères comme la marmote d'Amérique peuvent miner les pistes et les voies de circulation par les terriers qu'ils creusent.

- Le campagnol des champs est une des principales sources de nourriture de nombreuses espèces de mammifères et d'oiseaux prédateurs. Le campagnol fournit 80 pour cent du régime de nombreuses espèces de buses, faucons et hiboux. Il forme la base de l'alimentation du renard et du coyote.

Castor et rat musqué

- Les castors et les rats musqués sont des mammifères aquatiques que l'on trouve essentiellement à proximité de l'eau. Les deux espèces habitent les rivières, les lacs, les ruisseaux, les marais, les marécages et les fossés. Bien qu'ils ne soient que rarement impliqués dans des collisions avec un aéronef, ils peuvent constituer un risque indirect.

- Par la construction de digues, les castors créent des lacs, des bassins et des habitats humides qui attirent de nombreuses espèces à risque, notamment les oiseaux aquatiques, les oiseaux de rivage et les rapaces.

- Les digues des castors peuvent causer l'inondation des pistes et des voies de circulation. Leurs barrages élèvent également la nappe phréatique en provoquant des formations de glace sous les pistes et les voies de circulation.

Les grands plans d'eau stagnante auxquels l'activité du castor contribue peuvent attirer des espèces dangereuses, notamment des oiseaux aquatiques.

- Les rats musqués attirent les mammifères prédateurs et les oiseaux de proie.
- En perçant des tunnels, les castors et les rats musqués peuvent causer également des problèmes aux aéroports en endommageant les fossés de drainage et les berges des cours d'eau et des ruisseaux.
- En raison de la baisse de la demande de fourrure, les populations des deux espèces sont de nouveau très importantes sur leurs territoires traditionnels. La présence de ces espèces en milieu suburbain et urbain augmente dans la bande méridionale du Canada et les États-Unis.

Chapitre 5

Aviation civile et industrie aéronautique

Introduction

Le risque d'impacts de la faune est mesuré en fonction des facteurs suivants :

1. l'exposition, la probabilité et la gravité d'un impact de la faune,
2. le type d'aéronef et de moteur,
3. l'environnement opérationnel de l'aéronef (v. Chapitres 2 et 6).

L'exposition et la probabilité sont liées au contexte dans lequel un type particulier d'aéronef est utilisé. Puisque la majorité des impacts de la faune surviennent au décollage ou à l'atterrissage (v. Chapitre 7), les aéronefs qui entreprennent fréquemment ces manœuvres s'exposent au plus grand risque. Les opérations de départ et d'arrivée qui ne sont que peu ou pas soutenues par des programmes de gestion de la faune—comme les aéroports qui desservent les petites collectivités et les grands aéroports dans des pays en développement—sont plus vulnérables aux impacts d'oiseaux ou de mammifères.

Les normes de certification relatives à différents moteurs ou composants de cellule revêtent une grande importance pour déterminer la gravité éventuelle du dommage. Ces normes varient selon le type d'aéronef et de moteur. Les critères de conception en matière d'impact d'oiseau sont différents pour les très importants composants de cellule tournés vers l'avant comme le pare-brise, le bord d'attaque de l'aile et l'empennage. Les moteurs à turbine—notamment ceux des avions de transport à réaction—semblent devoir supporter davantage les dommages causés par les impacts d'oiseaux que les moteurs à pistons.

La probabilité et la gravité des impacts de la faune avec les différentes classes d'aéronefs peuvent être déterminées par un examen des éléments suivants :

- la répartition actuelle de la flotte mondiale des aéronefs,
- les schémas de croissance projetés,
- les différents contextes d'exploitation des aéronefs,
- les normes de certification de l'aéronef et du moteur.

Les aéronefs civils

Les aéronefs se répartissent en catégories en fonction de la classe d'utilisation et chaque catégorie se subdivise selon le type de moteur. Tout au long du présent ouvrage, différents termes sont employés pour décrire les catégories d'aéronefs civils; les sections qui suivent expliquent l'origine de ces termes.

Classe d'exploitation :

Trois définitions décrivent les différentes classes des activités de l'aviation civile :

1. aviation commerciale,
2. aviation générale,
3. aviation à voilure tournante.

Afin de parfaire les scénarios de risques d'impacts éventuels, ces trois classes sont subdivisées en tenant compte de la terminologie de la réglementation.

Aviation commerciale

L'aviation commerciale se définit comme « *l'utilisation d'un aéronef contre rémunération* ». Transports Canada a choisi de subdiviser cette classe d'utilisation de la manière suivante, en fonction du poids de l'aéronef et(ou) du nombre de sièges passagers.

1. Aéronef dont la masse maximale au décollage (MMHD) est supérieure à 19 000 lb, ou qui peut transporter 20 passagers ou plus.
2. Aéronef dont la MMHD est inférieure à 19 000 lb ou qui peut transporter entre 10 et 19 passagers.
3. Aéronef dont la MMHD est inférieure à 19 000 lb ou qui peut transporter jusqu'à 9 passagers.
4. Aéronef utilisé contre rémunération et qui n'entre dans aucune des subdivisions 1 à 3.

- Exploitation de lignes aériennes : vols réguliers d'aéronefs de 50 sièges ou plus.
- Exploitation de compagnies régionales : vols réguliers d'aéronefs de 10 à 50 sièges passagers.
- Exploitation de compagnies d'avions-taxis : vols réguliers d'aéronefs d'au plus neuf sièges passagers.
- Exploitation de fret aérien : vols d'aéronefs de toute taille affectés uniquement au transport des marchandises.
- Affrètement : vols d'aéronefs de toute taille à services sans horaire fixe.

Aviation générale

L'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) définit l'aviation générale comme « *toutes les opérations de l'aviation civile autres que les services aériens réguliers et les opérations de transport aérien non régulières contre rémunération.* » Transports Canada

utilise généralement la même terminologie que l'OACI mais parle d'exploitants d'aéronefs privés pour ce qui est des aéronefs d'affaires. D'autres pays comme les É.-U. incluent les taxis aériens, les aéronefs d'affaires et les aéronefs utilisés pour des services à la demande dans la terminologie réglementaire qui s'applique à l'aviation générale. L'absence d'une définition uniforme rend les comparaisons difficiles—ce qui constitue un problème, compte tenu de l'important rôle de ces aéronefs et de leur implication éventuelle dans des impacts de la faune. Pour plus de clarté, le présent ouvrage s'appuie sur les définitions suivantes :

- Opérations de l'aviation générale : opérations de l'aviation civile autres que les services aériens réguliers et les opérations de transport aérien non régulières contre rémunération.
- Utilisation des aéronefs d'affaires : compagnies et particuliers qui utilisent des aéronefs pour exercer leurs activités d'affaires.

Aéronefs à voilure tournante

Les aéronefs à voilure tournante—ou hélicoptères—sont définis comme des aéronefs motopropulsés, aérodynes, dont la sustentation en vol est obtenue par des réactions aérodynamiques s'exerçant sur un ou plusieurs rotors par rapport à des axes essentiellement verticaux.

Moteurs d'aéronefs dans l'aviation civile

Historique

Jusqu'aux années trente, les groupes motopropulseurs étaient exclusivement des moteurs à pistons à combustion interne. Ce type de moteur demeure prédominant même aujourd'hui, puisque les aéronefs de l'aviation générale légers à voilure fixe—et jusqu'à un tiers des hélicoptères civils—composent la majorité de la flotte mondiale. Dans les années trente, plusieurs pays ont commencé à mettre au point des moteurs à turbine. Les chercheurs scientifiques ont reconnu rapidement leurs avantages car ils offraient une grande puissance tout en étant plus légers, plus efficaces et exigeaient moins de maintenance que les moteurs à pistons.

La Seconde Guerre mondiale a été le théâtre des premiers vols expérimentaux d'aéronefs à réaction, prototypes qui ont été mis en service dès la fin du conflit. Les premiers avions à réaction civils ont fait leur apparition au début des années cinquante, notamment le Comet de DeHavilland et le Boeing 707. Une R. et D. intensive a permis également d'appliquer la technologie des moteurs à turbine aux hélicoptères et aux avions d'affaires, ainsi qu'aux opérations des avions des compagnies régionales et des avions-taxis.

Les moteurs à pistons se classent selon les configurations des cylindres :

- Moteurs à cylindres en étoile (v. figure 5.1) se composent de plusieurs cylindres disposés autour d'un vilebrequin comme les rayons d'une roue. Ces moteurs sont moins utilisés en Amérique du Nord mais ils sont toujours utilisés abondamment dans les pays en développement.

- Moteurs à cylindres opposés à plat (v. figure 5.2)—ils sont utilisés sur des aéronefs de l'aviation générale légers—et comportent des paires de cylindres opposés à plat autour du vilebrequin dans des combinaisons de 4, 6 ou 8.

Les turbines à gaz se répartissent en quatre catégories :

- Les turboréacteurs présentent un gazogène à combustible muni d'une buse de vidange qui règle l'écoulement et produit la poussée.

- Les turboréacteurs à double flux comportent un noyau central générateur de gaz et une soufflante à l'avant du moteur. Mue par une ou plusieurs turbines entraînées par le noyau central, la soufflante comprime l'air aspiré et le dirige vers la chambre de combustion du moteur. L'air secondaire se mélange alors aux gaz de l'échappement primaire pour produire la poussée. La figure 5.3 illustre un moteur JT8D à faible taux de dilution trouvé sur beaucoup d'aéronefs plus anciens tels que le DC9, le B727 et les premiers modèles du B737. La figure 5.4 présente un turboréacteur à

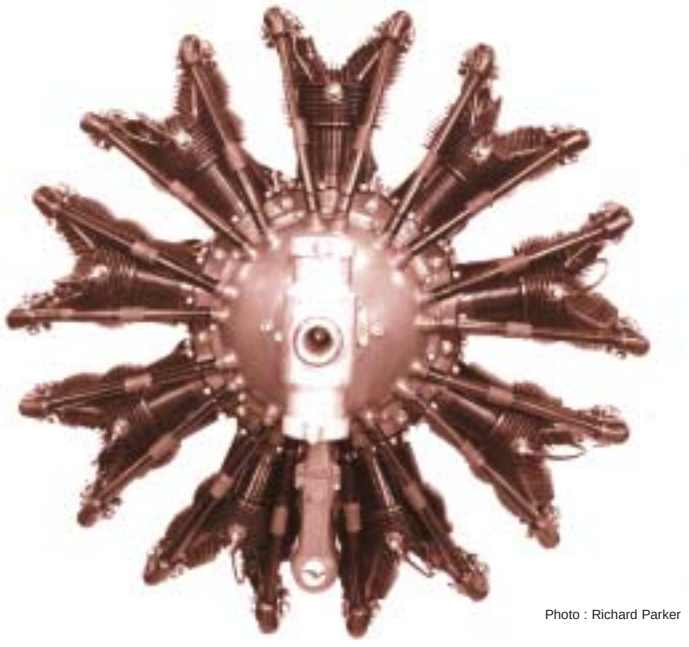


Photo : Richard Parker

Figure 5.1 Moteur à cylindres en étoile

Photo : TEXTRON Lycoming

Figure 5.2 Moteurs à cylindres opposés à plat

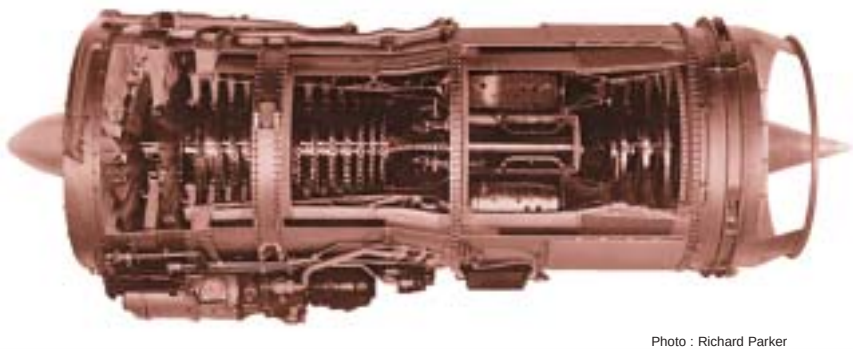


Photo : Richard Parker

Figure 5.3 Turboréacteur JT8D

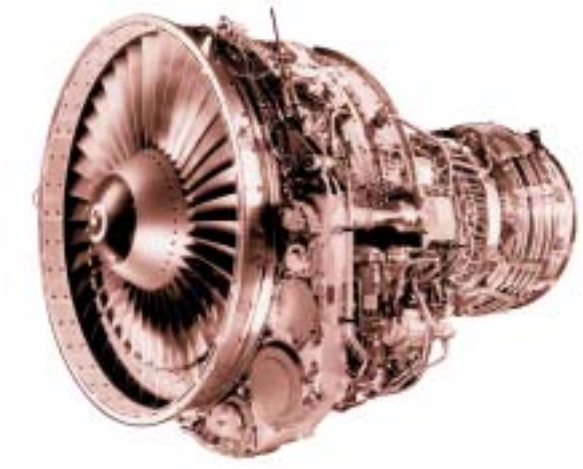


Figure 5.4 Turboréacteur à double flux CFM56

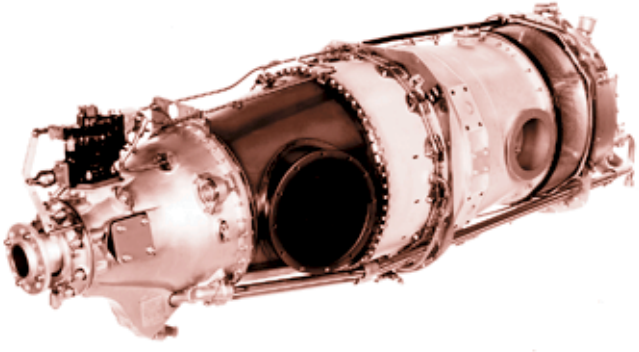


Figure 5.5 Turbopropulseur PT6

Figure 5.6 Section de turbopropulseur

double flux CFM56 à taux de dilution élevée utilisé sur l'Airbus A320 et les modèles plus récents du B737.

- Les turbopropulseurs sont des moteurs à turbine qui utilisent la puissance d'un ou plusieurs étages de turbine pour entraîner une hélice à travers un engrenage réducteur. La figure 5.5 montre un turbopropulseur utilisé communément sur de nombreux aéronefs et hélicoptères à turbopropulseurs.

- Les turbomoteurs sont semblables aux turbopropulseurs et comprennent un arbre secondaire entraîné par un ou plusieurs étages de turbine. Ces moteurs sont utilisés principalement dans les hélicoptères.

Turbines à gaz—Notions de base

Toutes les turbines à gaz comportent cinq sections et fournissent soit une poussée réactive (turboréacteur) soit une puissance sur l'arbre (turbopropulseur ou hélicoptère). Les cinq sections sont les suivantes :

1. l'entrée d'air qui oriente la pénétration de l'air dans le moteur,
2. le compresseur qui condense l'air,
3. le chambres de combustion où le carburant s'ajoute à l'air comprimé et enflammé,
4. la section de la turbine où l'énergie est extraite des gaz brûlés pour entraîner la section du compresseur,
5. l'échappement qui règle la sortie des gaz.

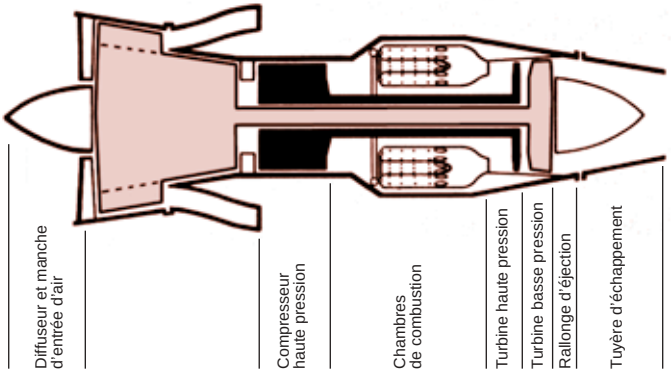
La structure complexe et les régimes élevés d'utilisation des turbines à gaz les rendent beaucoup plus vulnérables aux FOD que les moteurs à pistons.

De nombreux concepts et technologies différents sont appliqués au développement des turbines à gaz de l'aviation civile. L'air peut être comprimé au moyen de compresseurs centrifuges et à écoulement axial, individuellement ou en combinaison. Par exemple, un compresseur centrifuge peut être supporté par différents étages du compresseur axial. Dans un compresseur centrifuge, l'air d'admission est expulsé vers l'extérieur radialement à haute vitesse, la vitesse accrue étant convertie en une pression accrue. Dans les compresseurs axiaux, l'air d'admission est dirigé parallèlement à l'axe du moteur et augmente la pression à chaque étage successif. La figure 5.6 est la coupe du PT6, un turbopropulseur canadien très apprécié, qui emploie aussi bien des compresseurs centrifuges qu'axiaux.

Les réacteurs utilisent soit une seule turbine soit plusieurs étages de turbines à l'arrière du moteur; tous sont alimentés par des gaz de combustion qui se dilatent. L'énergie ainsi dégagée entraîne :

- le compresseur et les étages de soufflante d'un turboréacteur à double flux,
- les étages du compresseur et l'hélice d'un turbopropulseur,
- les étages du compresseur et l'arbre moteur d'un turbomoteur.

La figure 5.7 est la coupe schématique d'un turboréacteur à double flux typique.



Note : La soufflante désigne la portion extérieure des étages du compresseur basse pression à diamètre agrandi, comme l'indique le pointillé.

Figure 5.7 Schéma d'un turboréacteur à double flux

Les pressions économiques et environnementales ont influé sur les améliorations apportées à la performance des turbines à gaz depuis que ces moteurs ont été adoptés par l'aviation commerciale, notamment :

- réduction de la consommation de carburant et des impacts sur l'environnement,
- rapport poids/poussée plus faible,
- durabilité (notamment la capacité de faire face à l'absorption d'un corps étranger),
- régulation des paramètres d'utilisation du moteur,
- réduction des niveaux de bruit,
- réduction des émissions de gaz d'échappement.

Une des mesures comparatives utilisées pour décrire la performance du turboréacteur à double flux est le taux de dilution—c'est-à-dire le rapport entre l'air qui passe par les conduits de dérivation et l'air injecté dans la chambre de combustion. Les réacteurs dont le taux de dilution est élevé produisent des niveaux de propulsion plus puissants tout en consommant moins de carburant et en limitant le bruit.

Le tableau 5.1 décrit les types de turboréacteur à double flux et leurs spécifications de base, en particulier le diamètre de la soufflante, le taux de dilution, la production de puissance et l'application d'aéronef. Le tableau montre clairement que depuis la première utilisation commerciale des turboréacteurs dans les années soixante, la puissance de sortie maximale—ou poussée—a été multipliée par un facteur de cinq et les taux de dilution par un facteur de six; les diamètres de la soufflante ont plus que doublé.

On prévoit maintenant des taux de dilution sur les nouveaux moteurs dépassant 12:1, et des niveaux de poussée du moteur de 125 000 lb seront bientôt possibles. Il importe de noter que la soufflante de premier étage sur des turboréacteurs à double

Moteur (par année d'entrée en service)	Taux de dilution	Diamètre de soufflante (pouces)	Puissance (poussée en lb x 1000)	Applications (modèles d'avion)
Début des années 1960				
P&W JT3D	1,4	53	19 –17.5	B707, DC-8
RR Conway	0,3			DC-8, VC10
P&W JT8D	1,74	54	15-21	DC-9, B727, B737, MD80
Années 1970				
RR RB211	4,3	74-86	42-60	L1011, B747, B757
P&W JT9D	4,8	94	46-56	B747, DC-10, B767, A300
Années 1980				
P&W 2037/2043	6,0	79	38-43	B757
GE CF6/50,80	4,97-5,31	93	52-60	B747, DC-10, MD11, B767
CFM56	6,0	61-72	22-31	DC-8, B737, A319/320, A340
P&W 4000 Series	4,8-5,1	94-100	50-60	B747, B767, A300, A310, MD11
IAE V2500	5,4	64	22-33	A319/320, MD90
Années 1990				
RR Trent 553/768	8,5	98	53-62	A330
RR Trent 875/8104	5,8	110	78-104	B777
P&W 4084/4098	5,8-6,4	112	87-98	B777
GE90	9,0	123	85-115	B777

Tableau 5.1 Caractéristiques des réacteurs utilisés dans l'aviation civile

flux à taux élevé de dilution peut diriger les débris d'oiseaux de la partie intérieure de l'entrée d'air moteur vers la partie extérieure en permettant aux débris d'être expulsés par la section froide du moteur sans endommager le cœur du moteur. Cette caractéristique devrait rendre ces moteurs beaucoup plus résistants aux dommages provoqués par les impacts d'oiseaux, mais les données indiquent que le rapport entre les impacts d'oiseaux et les épisodes causant des dommages qui impliquent ces moteurs ne s'est peut-être pas tellement amélioré par rapport aux moteurs de la génération antérieure.

Les turbomoteurs et l'ingestion d'oiseaux

Les turbomoteurs présentent plusieurs caractéristiques notables en ce qui concerne l'ingestion des oiseaux :

- Bien que simples sur le plan conceptuel, les turbines à gaz présentent des structures, des composants et un compresseur tournant à fort régime et des vitesses des turbines qui les rendent particulièrement vulnérables aux dommages causés par les oiseaux.

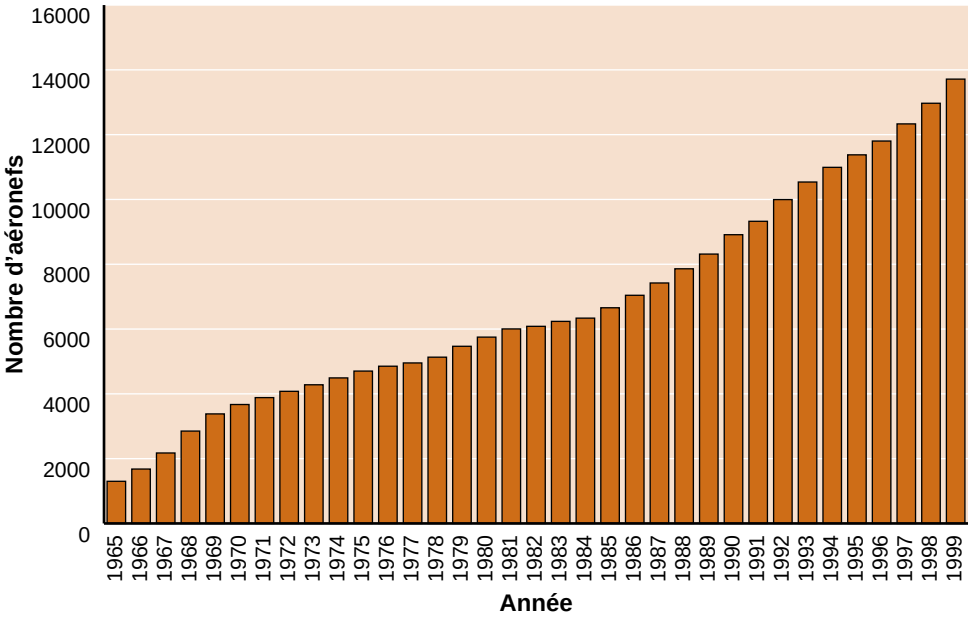


Figure 5.8 Croissance de la flotte aérienne mondiale des compagnies aériennes (1965 – 1999)

- Les débits d'entrée élevés des turbomoteurs leur donnent les caractéristiques d'énormes aspirateurs. Les oiseaux peuvent non seulement voler dans ces moteurs—ils sont également aspirés.

- Les turboréacteurs à double flux ont de vastes surfaces frontales qui augmentent la probabilité des impacts d'oiseaux.

- De grands turboréacteurs à double flux sont utilisés sur des aéronefs qui n'étant pas très manœuvrables se trouvent dans l'impossibilité de tenter une manœuvre d'évitement.

- Les turbomoteurs modernes sont généralement plus silencieux que les anciens modèles. Des recherches préliminaires indiquent que des aéronefs silencieux ne laissent pas aux oiseaux le temps suffisant de s'esquiver. Les mesures de réduction du bruit font suite à des pressions environnementales et sociales; ces réductions peuvent avoir un effet sur la sécurité aérienne en augmentant la probabilité des impacts d'oiseaux.

- Au cours du décollage et de la montée initiale—ainsi que durant les manœuvres d'approche et d'atterrissage—la vitesse de l'aéronef à turbine est beaucoup plus grande que celle d'un avion léger; la force de l'impact qui s'ensuit et la possibilité des dommages à la cellule et aux moteurs seront également plus importantes.

- Ces constatations ont incité les organismes de réglementation et les constructeurs d'aéronefs à élaborer de nouvelles normes de certification qui améliorent la capacité

des grands turboréacteurs à double flux de résister aux impacts d'oiseaux. Nous examinerons les progrès réalisés dans ce domaine au chapitre 12.

Répartition actuelle des flottes d'aéronefs et schémas de croissance projetés

Une connaissance élémentaire de la taille des flottes d'aéronefs actuels et prévus dans les différentes classes d'utilisation et les régions du monde permet de mieux envisager le risque que présentent les impacts d'oiseaux. Malgré des efforts considérables au cours de la rédaction du présent ouvrage, il nous a été impossible d'obtenir des données complètes pour toutes les classes d'opérations aériennes de la part des exploitants et des organismes de réglementation. Par conséquent, la valeur des renseignements présentés n'est pas tant dans la précision des chiffres que dans les valeurs comparatives et les tendances qui se dégagent des statistiques.

Opérations des compagnies aériennes

Les données de l'industrie indiquent que des exploitants civils exploitaient 13 714 aéronefs d'au moins 50 sièges passagers en 1999. La figure 5.8 montre la croissance de la flotte d'aéronefs de 1965 à 1999. L'analyse des données révèle un taux d'augmentation annuelle de 7,6 pour cent du nombre des aéronefs.

La figure 5.9 représente la répartition des aéronefs par exploitant. Le diagramme montre clairement qu'en 1999, la plus grande portion—93 pour cent—est utilisée par les compagnies aériennes. La répartition géographique de la flotte d'aéronefs de 1999 apparaît dans la figure 5.10. Les données indiquent que 46 pour cent de la flotte mondiale d'aéronefs est basée en Amérique du Nord.

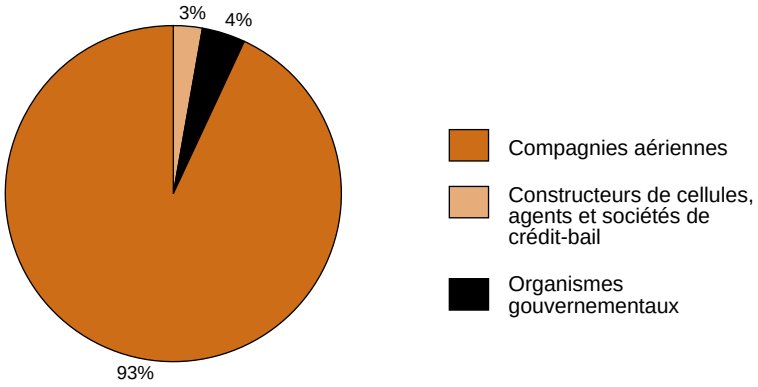


Figure 5.9 Utilisation des aéronefs à l'échelle mondiale 1999

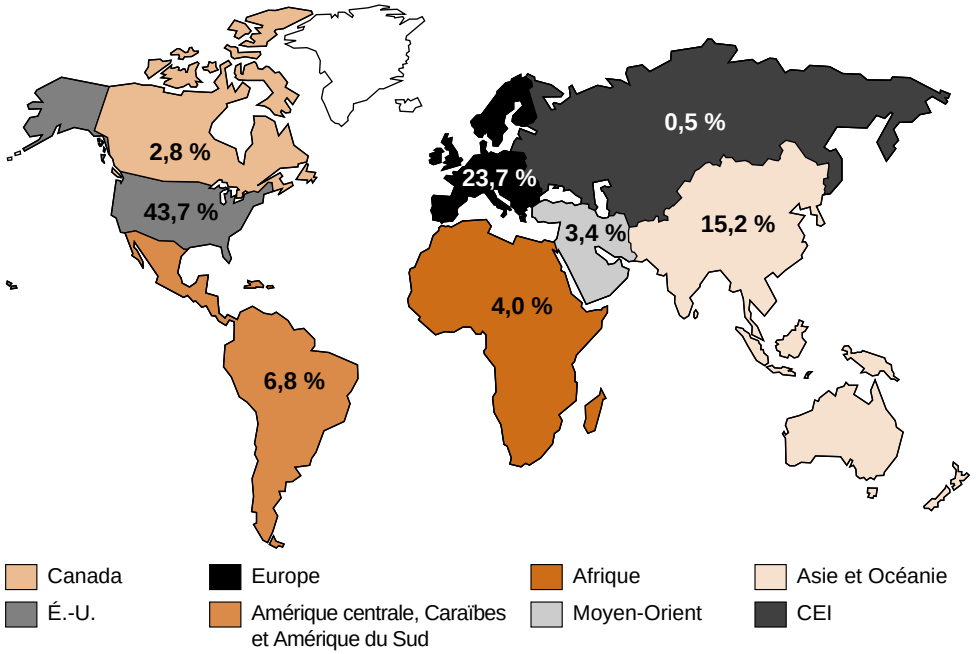


Figure 5.10 Répartition géographique des aéronefs des compagnies aériennes 1999

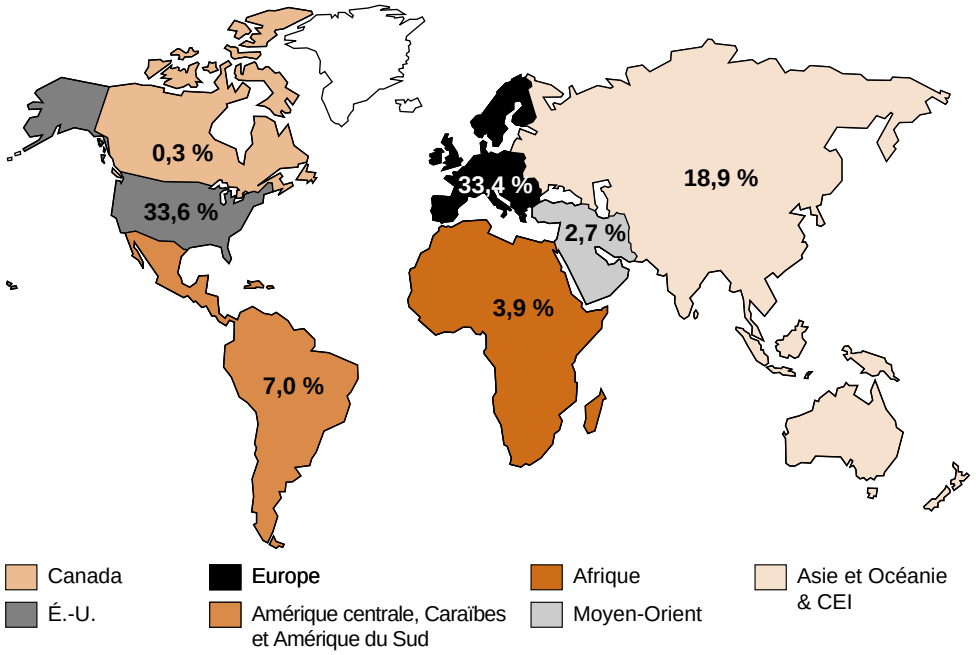


Figure 5.11 Passagers KPP – Répartition géographique (1998)

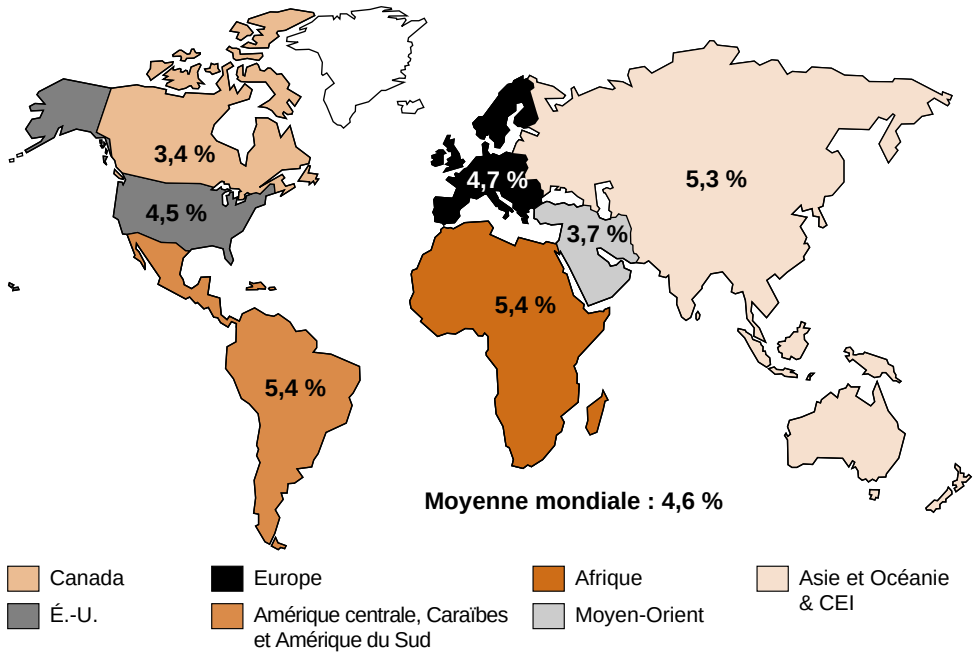


Figure 5.12 Prévisions mondiales de croissance de la circulation aérienne – Répartition géographique (1998 – 2018)

La demande d'aéronefs est dictée par le volume du trafic, mesuré communément en passager-kilomètre payant (PKP). La répartition géographique PKP est représentée dans la figure 5.11. Comme on pouvait s'y attendre, c'est aux États-Unis que le pourcentage du trafic passagers est le plus élevé : 33,6 pour cent. La figure 5.12 montre la croissance PKP par région. Une comparaison entre la croissance prévue par région et l'expansion moyenne dans le monde indique que les régions en développement—l'Asie, l'Afrique et l'Amérique latine—connaîtront bientôt des taux de croissance supérieurs à la moyenne.

Les prévisions de croissance préparées par les constructeurs Boeing et Airbus sont semblables. Dans les deux cas, elles se fondent sur des prévisions analogues pour l'augmentation du nombre de passagers et du fret aérien. Les différences mineures entre les prévisions de Boeing et de Airbus viennent du fait que les données de Boeing incluent les aéronefs de 50 à 70 sièges. Les prévisions de Boeing ont été utilisées dans l'analyse suivante afin de donner de meilleurs éléments de comparaison entre les classes d'opérations aériennes.

La figure 5.13 montre les prévisions de croissance de la flotte de 1998 à 2018. Le taux moyen de croissance annuelle pour les 20 prochaines années avoisinera cinq pour cent. D'ici 2018, on prévoit un doublement de la flotte mondiale des compagnies aériennes qui devrait dépasser le chiffre de 28 000 aéronefs. La répartition régionale

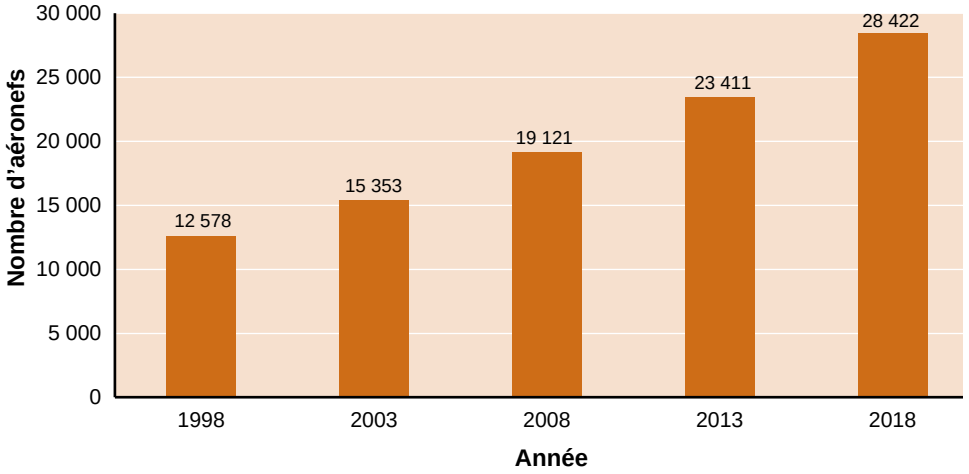


Figure 5.13 Prévision de la croissance de la flotte aérienne mondiale (1998 – 2018)

des livraisons d'avions prévues est représentée dans la figure 5.14. Tandis que la majorité des nouveaux avions sera livrée à la clientèle nord-américaine, la comparaison de la croissance nette de la flotte par région montre que les pays en développement l'Asie, l'Afrique et l'Amérique latine connaîtront également de très forts taux d'expansion. En n'offrant actuellement que peu, sinon aucun réseau de voyages aériens—et en se distinguant par des programmes inefficaces ou non existants de contrôle de la faune lorsque des systèmes de voyages aériens sont établis—les pays en développement s'exposent à des risques d'impact beaucoup plus élevés. Ce risque est presque impossible à quantifier en raison du manque de fiabilité des statistiques d'accidents et des données écologiques.

Le fait que seulement 4 305 aéronefs seront retirés de la circulation d'ici 2018, tandis que 20 150 nouveaux aéronefs seront livrés, revêt un intérêt particulier dans l'analyse de

	1999 - 2008	2009 - 2018	1999 - 2018
Afrique	203	254	457
Asie, Océanie et CEI	1 664	2 844	4 508
Europe	2 794	3 221	6 015
Moyen-Orient	285	270	555
Amérique centrale, Caraïbes et Amérique du Sud	652	734	1 386
Amérique du Nord	3 304	3 925	7 229
Total	8 902	11 248	20 150

Tableau 5.2 Prévisions mondiales de livraison d'aéronefs aux compagnies aériennes - Répartition géographique (1999 – 2018)

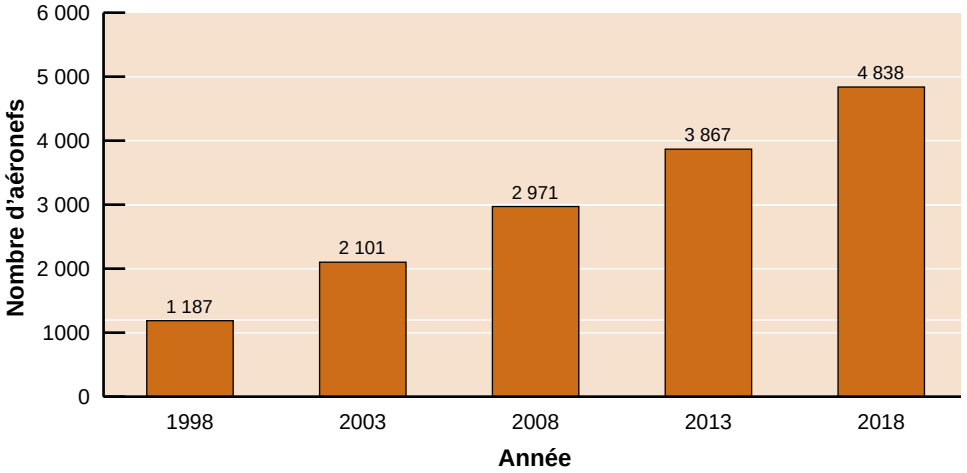


Figure 5.14 Prévisions mondiales de croissance des avions à réaction de transport régional (50-106 sièges) (1998 – 2018)

l'expansion prévue de la flotte d'aéronefs. Les pays en développement mettent en service des aéronefs anciens ou qui sont convertis du transport de passagers au transport du fret. Si l'on oppose les facteurs économiques et de sécurité, les pays en développement doivent offrir un service aérien pour progresser; les nouveaux transporteurs de fret aérien à l'échelle mondiale doivent se tailler une place sur un marché très compétitif. Dans les deux cas, les ressources permettant l'achat ou la location d'aéronefs sont limitées.

Les chiffres ci-dessous montrent les prévisions de croissance relatives à des aéronefs différents par nombre de sièges :

Avions de transport régional (50 à 106 sièges)	Figure 5.14
Avions à une allée (107 à 240 sièges)	Figure 5.15
Avions à deux allées (230 à 399 sièges)	Figure 5.16
B747 et aéronefs de plus grande capacité	Figure 5.17

L'expansion la plus importante concernera la flotte d'avions de transport régional. Les prévisions montrent que la flotte mondiale des aéronefs de 50 à 106 sièges augmentera de 10 pour cent en 1998 à 17 pour cent d'ici 2018. Ces aéronefs sont utilisés fréquemment dans des activités de transport régional ou d'apport et effectuent de nombreuses manœuvres de décollage et d'atterrissage par jour dans des aéroports petits et grands. Les avions de transport régional ont une probabilité accrue d'impacts de la faune due au nombre élevé de vols et aux programmes de gestion de la faune limités dans les petits aéroports.

La flotte des avions à une seule allée est également censée s'accroître régulièrement, mais son pourcentage restera à environ 44 pour cent jusqu'en 2018. Utilisés dans des

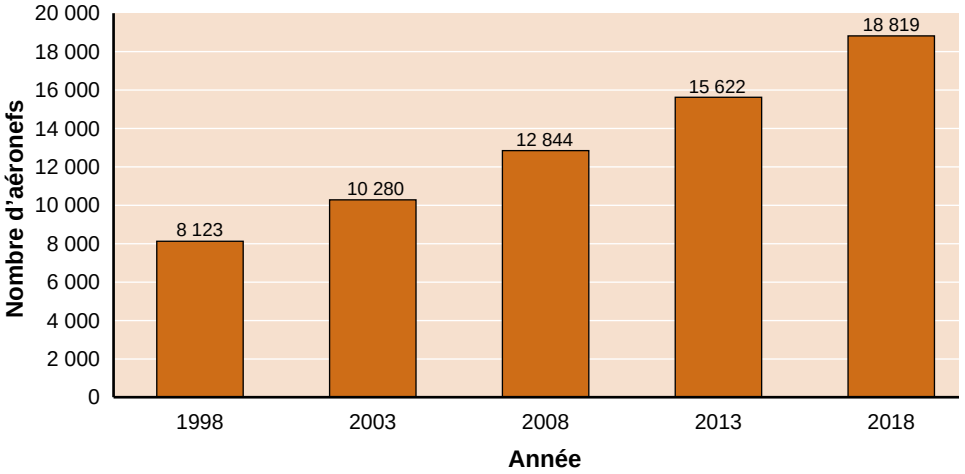


Figure 5.15 Prévisions mondiales de croissance des aéronefs à une allée (1998 – 2018)

aéroports intercontinentaux plaques tournantes à forte densité de trafic, ces aéronefs sont extrêmement actifs au quotidien et font donc face à une exposition accrue aux risques d'impacts de la faune.

Utilisés pour les vols gros-porteurs transcontinentaux et intercontinentaux, les aéronefs à deux allées et les avions de plus grande capacité n'enregistreront qu'un faible taux de croissance. Bien que leur utilisation quotidienne soit en moyenne élevée, le nombre de décollages et d'atterrissages est peu élevé en raison de la longueur des vols. Toutefois, ces

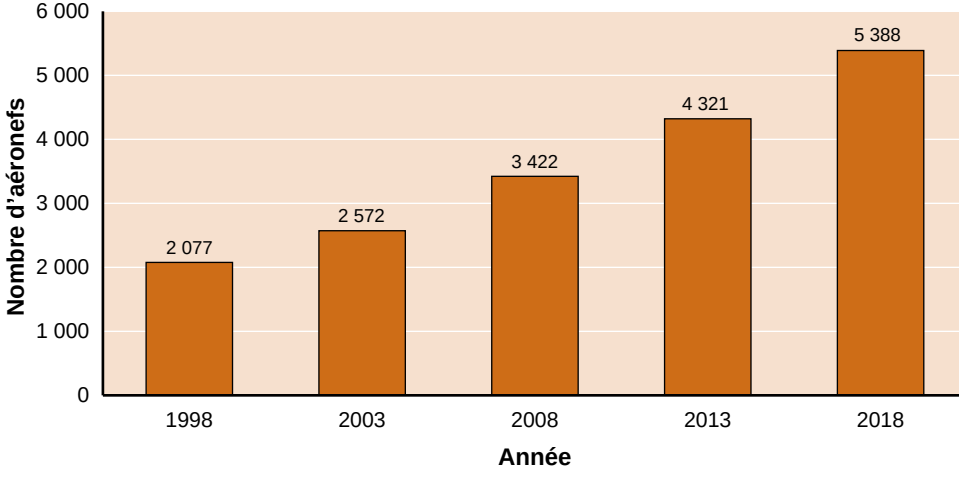


Figure 5.16 Prévisions mondiales de croissance des aéronefs à deux allées (1998 – 2018)

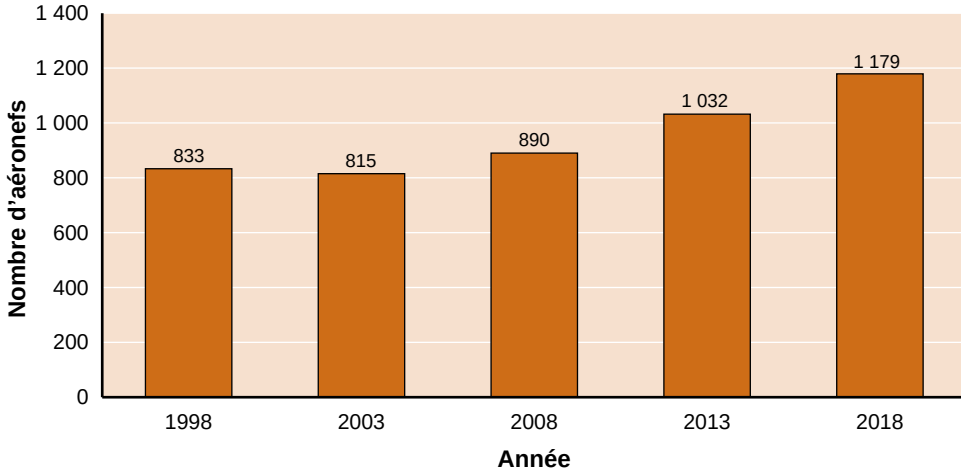


Figure 5.17 Prévisions de croissance de la flotte mondiale des B747 et des gros long-courriers (1998 – 2018)

aéronefs peuvent être exposés à une probabilité plus élevée d'impacts de la faune dans des aéroports internationaux situés dans des pays en développement où les programmes de gestion de la faune sont presque inexistants.

Transporteurs régionaux et avions-taxis

Les renseignements sur les avions de transport régional et les vols d'avions-taxis sont difficiles à analyser en raison des différentes définitions utilisées dans les différents pays. Les meilleures données disponibles sont reproduites dans les figures 5.18 et 5.19. La figure 5.18 présente les chiffres de la flotte des avions à réaction et à turbopropulsion de 1999; la figure 5.19 montre les livraisons prévues jusqu'en 2018. Une croissance

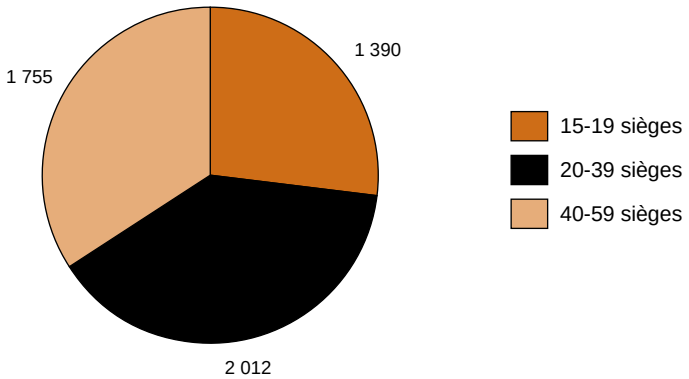


Figure 5.18 Flotte des aéronefs de transport régional (50-106 sièges) dans le monde, 1999

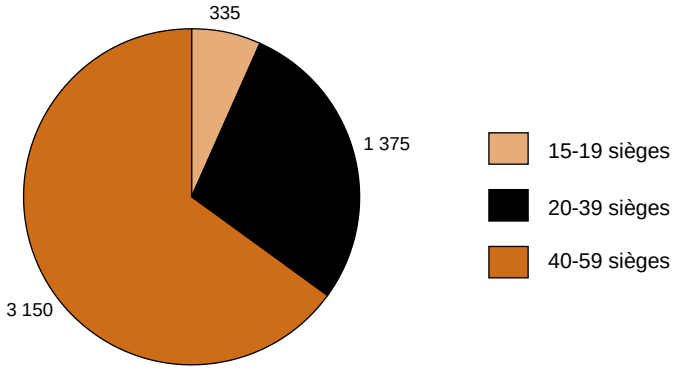


Figure 5.19 Prévisions mondiales de la livraison d'aéronefs de transport régional (1998 – 2018)

notable est escomptée car les réseaux en étoile des compagnies aériennes répondent à la nouvelle demande de vols desservant les petites collectivités.

Fret aérien

Une forte expansion de la flotte de fret aérien est prévue. La figure 5.20 montre les prévisions relatives aux avions-cargos sur une période de 20 ans. Les analystes de l'industrie prédisent que 70 pour cent des aéronefs qui composent cette flotte seront des versions modifiées d'anciens avions passagers qui seront remplacés par des modèles plus récents. Bien que le recyclage soit économique, il se solde par des vols prolongés d'anciens aéronefs qui sont certifiés d'après des normes de protection contre les impacts d'oiseaux moins rigoureuses.

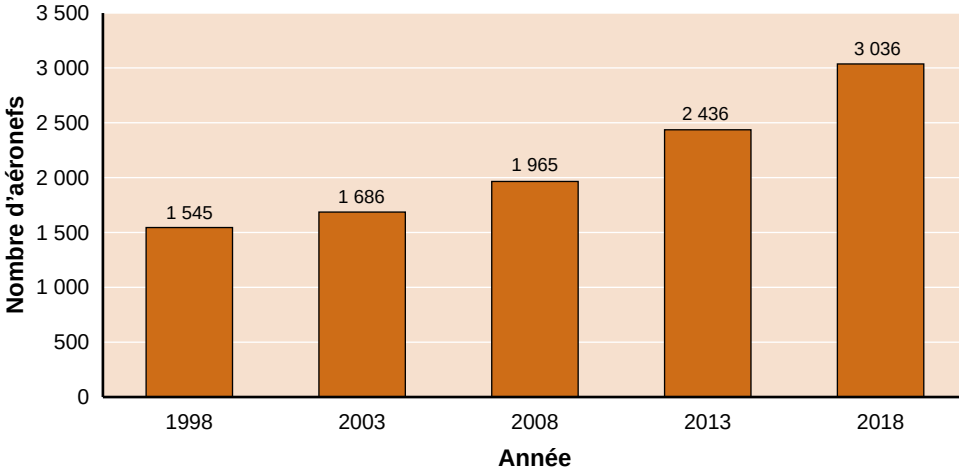


Figure 5.20 Prévisions de la flotte mondiale des avions-cargos (1998 – 2018)

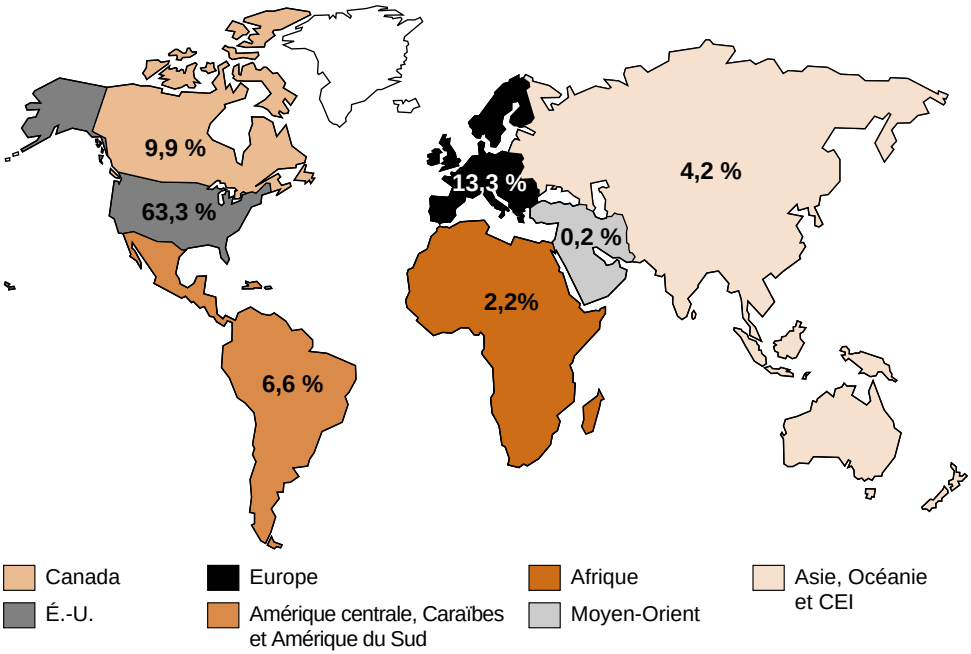


Figure 5.21 Répartition géographique des aéronefs de l'aviation générale dans le monde (1998)

Affrètements

En raison de la grande variété de types d'aéronefs utilisés dans les vols affrétés et de l'insuffisance des données, il n'existe pas de chiffres précis. Mais puisque la croissance touche toutes les autres classes d'aviation, il est raisonnable de présumer que ce mode de transport suivra la même tendance. L'affrètement est plus fréquent dans les pays en développement et dans les petits aéroports dont les programmes de gestion de la faune sont limités. Ces sites présentent sans doute un risque plus élevé d'impacts d'oiseaux.

Aviation générale

Comme nous l'avons déjà vu, notre analyse de cette classe est limitée par le manque d'uniformité dans les données et par l'utilisation de définitions différentes selon les pays. La flotte des aéronefs de l'aviation générale à l'échelle mondiale, à l'exclusion des hélicoptères, comprend une vaste gamme d'aéronefs, mais représente environ 339 000 appareils. Bien qu'elle ne soit pas aussi précise que celles des autres catégories d'aéronefs, cette estimation semble indiquer que les aéronefs de l'aviation générale représentent la plus forte proportion de la flotte totale des appareils civils dans le monde.

Quelques points méritent d'être signalés :

- La figure 5.21 montre la répartition géographique de la flotte des aéronefs de l'aviation générale; près de 73 pour cent de la flotte mondiale se trouve en Amérique du Nord—

10 pour cent au Canada, 63 pour cent aux États-Unis. Le Canada, qui compte environ 27 000 aéronefs, est le deuxième plus grand exploitant d'appareils de l'aviation générale après les États-Unis.
- Environ 90 pour cent de tous les appareils de l'aviation générale sont équipés de moteurs à pistons; 75 pour cent sont des monomoteurs légers.
- L'utilisation à des fins récréatives et personnelles et pour les besoins de la formation de vol couvre 70 pour cent des activités de la flotte d'aéronefs de l'aviation générale.

Malgré son importance numérique, la flotte de l'aviation générale compte surtout des monomoteurs et des aéronefs équipés de moteurs à pistons qui sont utilisés environ 135 heures par an—et donc beaucoup moins que les aéronefs des lignes commerciales. En conséquence, la probabilité d'impacts d'oiseaux est moins grande que pour les aéronefs commerciaux.

Aéronefs d'affaires

Les aéronefs d'affaires offrent aux entreprises des horaires flexibles et l'accès aux petits aéroports. En 1998, la flotte mondiale des aéronefs d'affaires comportait 18 850 appareils, y compris 9 661 avions à réaction et 9 189 avions à turbopropulseur. La répartition régionale des aéronefs d'affaires est illustrée à la figure 5.22. Évidemment, 67 pour cent des aéronefs d'affaires sont basés aux États-Unis.

Tout en demeurant stable au cours des dernières années, le taux de croissance annuel devrait atteindre quatre pour cent dans l'avenir immédiat. Au cours des dix prochaines années, les constructeurs prévoient la livraison de 6 100 avions à réaction et 2 570 avions turbopropulseurs, ce qui témoigne d'une plus grande capacité financière dans la mesure où les entreprises se partagent l'utilisation des aéronefs d'affaires—ce que l'on appelle la propriété partagée. Les détenteurs d'une part ont accès à l'aéronef d'affaires sans avoir à assumer le coût total associé à la propriété.

Aéronefs à voilure tournante

Les données de l'industrie indiquent que quelque 27 400 hélicoptères civils étaient en service dans le monde en 1997, répartis entre les secteurs commercial et de l'aviation générale/travail aérien. Le nombre de ces appareils augmente à raison de 1,6 pour cent par an depuis 1987. La figure 5.23 présente le nombre d'hélicoptères en service en 1997 par région géographique.

À l'avenir, l'industrie des hélicoptères devrait connaître une croissance moyenne à l'échelle mondiale variant entre deux et trois pour cent par an au cours des prochaines années. D'après les chiffres signalés en 1997, la flotte des hélicoptères en service d'ici 2007 se situera entre 33 400 et 36 800 appareils. Les prévisions de l'industrie montrent également que la plupart des nouvelles ventes au cours des dix prochaines années se répartiront de manière presque égale entre monomoteurs à pistons, hélicoptères monoturbine légers et hélicoptères biturbines légers et intermédiaires.

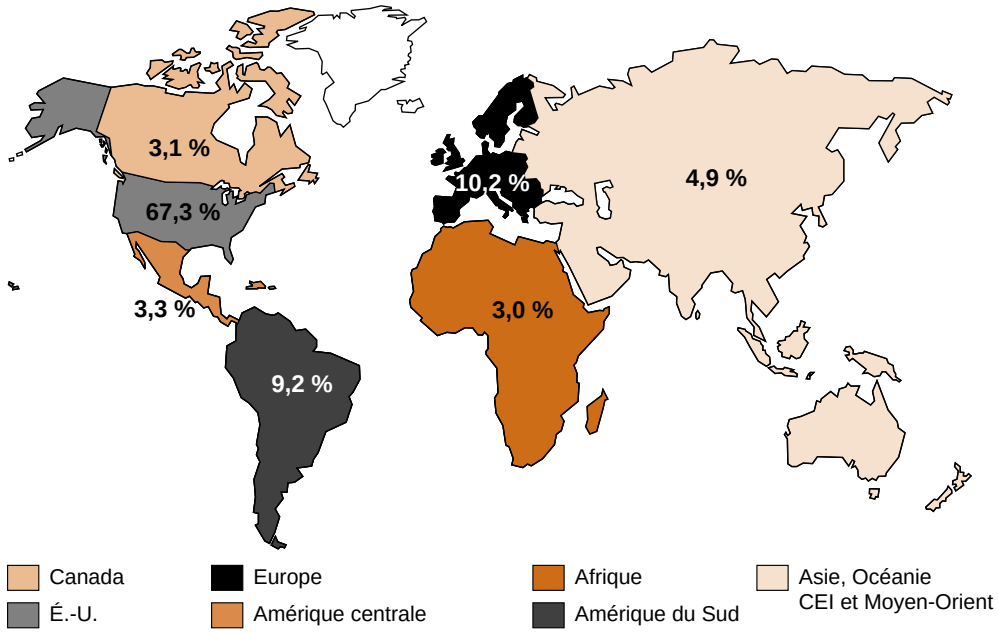


Figure 5.22 Parc mondial des aéronefs d'affaires à réaction - Répartition géographique (1998)

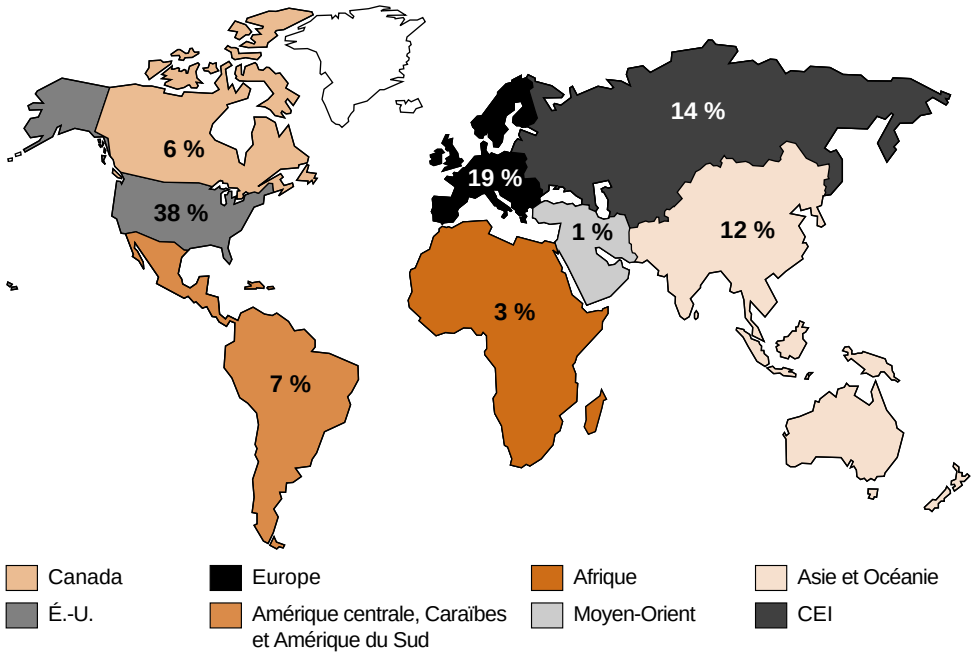


Figure 5.23 Répartition géographique des firavions (1997)

Aviation : une industrie *en devenir*

Les activités d'une ligne aérienne sont complexes, les coûts d'exploitation élevés et les marges bénéficiaires réduites. Le temps est un des biens les plus précieux et les horaires sont étudiés au plus près pour assurer en période de pointe la ponctualité qui inspire la confiance de la clientèle et améliore le résultat net. Les horaires sont dictés par les forces du marché et les activités placées sous la contrainte des limites inhérentes aux infrastructures telles que les créneaux de départ et d'arrivée et les postes de stationnement disponibles. Tout retard—y compris ceux qui sont attribuables aux activités de contrôle de la faune ou à des épisodes qui sont cause de dommages—crée une réaction en chaîne qui perturbe beaucoup d'autres vols et entraîne des coûts importants (v. Chapitre 1).

En s'efforçant de respecter la ponctualité, les équipages doivent constamment faire la part de la sécurité et de l'économie. À l'arrivée et au départ, les postes de pilotage sont le théâtre d'une activité et de pressions intenses. Tout en manœuvrant l'aéronef, les équipages remplissent les listes de vérification, communiquent avec de nombreux fournisseurs d'ATS, vérifient les conditions de vol et répondent aux besoins des clients; la capacité de faire face aux problèmes des impacts d'oiseaux est limitée. Pour ce qui est de l'activité de la faune, les équipages se fient à la vigilance du personnel de gestion de la faune de l'aéroport et aux conseils des ATS pour prendre des décisions informées et sûres.

Aviation : une industrie mondiale

Les voyages aériens ont rétréci la planète et créé la nécessité de mieux coordonner les opérations aériennes et de satisfaire les besoins de la clientèle. Les deux principales initiatives de l'industrie pour améliorer le service à la clientèle sont les alliances conclues entre compagnies aériennes et la création d'aéroports plaques tournantes.

Alliances des compagnies aériennes

Les alliances conclues pour offrir des services se sont multipliées considérablement au cours des dernières années. En 1996, on dénombrait presque 390 alliances dans le monde par rapport à 280 en 1984. Les activités suivantes font, entre autres, l'objet d'alliances :

- coordination des plans de vol,
- manutention des bagages,
- commissariat de bord,
- services au sol,
- maintenance,
- programmes pour grands voyageurs,
- salles d'embarquement.

Compagnie aérienne	Destinations	Pays	Nombre de passagers (en millions)	Employés	Nombre d'aéronefs
Aer Lingus	34	11	6	5 900	36
American Airlines	231	51	51	112 000	980
British Airways	233	96	96	63 000	321
Cathay Pacific	43	26	26	13 200	62
Finnair	70	30	30	9 000	57
Iberia	100	40	40	29 000	211
LanChile	41	17	17	9 038	45
Qantas	86	23	23	28 000	141
Total Oneworld	559	134	209	269 100	1 852

Tableau 5.3 Oneworld Alliance

De plus en plus, les compagnies aériennes recherchent le partage des codes—une pratique qui permet de vendre des sièges sur un vol exploité par une autre compagnie. Dans certains cas, les alliances s'étendent à la tarification et à la vente conjointe de capacité.

Des partenariats plus complexes reposent sur des initiatives à frais partagés et de marketing coordonnées de façon étroite. Deux alliances entre des grandes lignes aériennes ont vu le jour à l'échelle mondiale—Oneworld Alliance et Star Alliance. Leur champ d'action est impressionnant; elles emploient 581 200 personnes et exploitent 3 982 aéronefs— soit 30 pour cent de la flotte mondiale actuelle. Le tableau 5.3 décrit les données de Oneworld Alliance; le tableau 5.4 celles de Star Alliance.

Aéroports plaques tournantes

Les plaques tournantes sont un sous-produit des alliances stratégiques entre compagnies aériennes. Les passagers transitent par de grands aéroports centraux, en faisant le meilleur usage des petits aéronefs court-courriers et des plus grands long-courriers. Le concept d'aéroport plaque tournante peut entraîner des problèmes de congestion aéroportuaire et a tendance à produire des cycles de flux de trafic qui sont à la limite des capacités des pistes et des portes.

La contrainte de temps créée par le modèle du réseau en étoile ne se limite pas aux grands aéroports; les petites installations subissent les mêmes pressions. Par exemple, le départ retardé d'un DHC8 n'est sans doute pas une source de grande préoccupation dans un petit aéroport local mais le retard du vol *à l'arrivée* dans un aéroport plaque tournante—acheminant les passagers vers un vol international—pourrait sérieusement modifier les horaires et entraîner des coûts de plusieurs milliers de dollars en raison des correspondances manquées par les passagers et le fret.

Compagnie aérienne	Destinations	Pays	Nombre de passagers (en millions)	Employés	Nombre d'aéronefs
AirCanada	120	26	19,2	25 800	246
Air New Zealand	48	15	6.4	9 560	79
All Nippon Airlines	62	13	43,2	14 700	142
Ansett Australia	142	5	13,4	14 900	126
Austrian Airlines	125	67	8	7 200	90
British Midland	32	12	6	6 300	60
Lufthansa	340	91	43,8	31 300	287
Mexican Airlines	50	9	7,1	6 400	54
SAS	105	31	22,2	25 800	190
Singapore Airlines	99	42	12,8	28 000	91
Thai Airways	76	35	16,3	24 100	78
United Airlines	255	26	87	100 400	600
Varig	120	20	11	17 700	87
Total Star Alliance	815	130	296	312 100	2 130

Tableau 5.4 Star Alliance

Normes de certification d'aéronef

Les organismes réglementaires ont réagi au problème des impacts d'oiseaux en édictant des normes de navigabilité qui renforcent la capacité de l'aéronef de supporter les impacts d'oiseaux—notamment pendant les phases critiques du décollage et de la montée, de l'approche et de l'atterrissage. Voici les organismes chargés de ces normes ainsi que les règlements qu'ils promulguent :

États-Unis	Federal Aviation Administration Federal Aviation Regulations (FAR)
Canada	Transports Canada Règlement de l'aviation canadien (RAC) Manuel de navigabilité
Europe	Joint Aviation Authorities (JAA) Exigences de navigabilité complètes et détaillées qui sont convenues avec les autorités chargées de la navigabilité de certains pays européens. Les Joint Aviation Regulations font partie des British Civil Airworthiness Regulations qui se proposent de prévenir la prolifération de normes de navigabilité différentes en Europe.

Federal Aviation Regulations (États-Unis)

La réglementation américaine (Federal Aviation Regulations) énonce un certain nombre d'exigences particulières face aux risques de la faune. Ces exigences se sont imposées

d'abord comme des normes destinées à l'industrie aéronautique des États-Unis, mais elles ont été acceptées depuis dans le monde entier; les normes édictées par d'autres pays et d'autres autorités compétentes s'inspirent souvent des règlements américains qui sont traités dans cinq parties distinctes :

FAR Part 23— Airworthiness Standards—Normal, Utility, Acrobatic and Commuter Category Airplanes
(FAR Partie 23—Normes de navigabilité—— Utilisation normale, utilitaire, acrobatique et navette);
FAR Part 25— Airworthiness Standards—Transport Category Airplanes
(FAR Partie 25—Normes de navigabilité—Avions de catégorie transport);
FAR Part 27— Airworthiness Standards—Normal Category Rotorcraft
(FAR Partie 27—Normes de navigabilité Giravions de catégorie normale);
FAR Part 29— Airworthiness Standards—Transport Category Rotorcraft
(FAR Partie 29—Normes de navigabilité—Giravions de catégorie transport);
FAR Part 33— Airworthiness Standards - Aircraft Engines
(FAR Partie 23—Normes de navigabilité—Moteurs d'aéronef).

Bien que ces règlements visent essentiellement la navigabilité, ce sont les composants de la cellule et des moteurs tournés vers l'avant qui sont les plus vulnérables en cas de collision entre l'aéronef et la faune. C'est pourquoi les exigences qui concernent la cellule et le moteur méritent une attention spéciale.

Cellule

Les questions relatives à la cellule comprennent :

- La détérioration non dangereuse et l'évaluation de la fatigue des structures,
- Les dommages des impacts d'oiseaux aux structures d'empennage,
- Les pare-brise et les fenêtres,
- Les circuits anémométriques.

Les exigences détaillées et complexes qui concernent la cellule sont incluses à l'annexe 5.1. Un résumé des exigences fondamentales est décrit au tableau 5.5 et indique que la catégorie des avions de transport—ou la plupart des avions commerciaux—sont régis par les exigences de certification les plus strictes. En revanche, aucune exigence de résistance aux chocs consécutifs aux impacts d'oiseaux ne s'applique à la catégorie normale, utilitaire et acrobatique, et des exigences limitées s'appliquent aux avions-taxis certifiés en vertu des FAR-Partie 23. Seuls les hélicoptères de catégorie transport sont tenus au respect des exigences de résistance aux chocs dus aux impacts d'oiseaux aux termes de la Partie 29, et ces règles sont minimales. La plupart des espèces d'oiseaux décrites au Chapitre 3 dépassent le poids maximum utilisé aux fins des tests de certification.

Catégorie d'aéronef	Composant de cellule	Exigences en matière d'impacts d'oiseaux
Catégorie transport (FAR 25)	L'avion dans sa totalité	Capacité de mener le vol à son terme après avoir percuté un oiseau de 4 lb à la vitesse de croisière de conception (V_c)
	Empennage	Capacité de mener le vol à son terme après avoir percuté un oiseau de 8 lb à la vitesse de croisière de conception (V_c)
	Pare-brise	Résistance à l'impact d'un oiseau de 4 lb, sans pénétration, à la vitesse de croisière de conception (V_c)
	Réseau anémométrique	Les tubes de Pitot doivent être suffisamment distants pour éviter des dommages aux deux lors d'une collision avec un oiseau
Catégorie normale (FAR 23) Transport régional (10 à 19 sièges)	Pare-brise	Résistant à l'impact d'un oiseau de 2 livres à la vitesse maximale d'approche (V_{fe})
	Réseau anémométrique	Les tubes de Pitot doivent être suffisamment distants pour éviter des dommages aux deux lors d'une collision avec un oiseau
Catégorie normale (FAR 23) Avion normal, utilitaire et acrobatique	Tous les composants	Aucune exigence
Aéronef à voilure tournante Catégorie transport (FAR 29)	Pare-brise	Capacité de poursuivre le vol et d'atterrir en sécurité suite à l'impact avec un oiseau de 2,2 lb
Aéronef à voilure tournante Catégorie transport (FAR 27)	Tous les composants	Aucune exigence

Tableau 5.5 Récapitulatif des exigences de navigabilité de la FAA en matière d'impacts d'oiseaux sur la cellule (Renseignements détaillés en annexe 5-1)

Moteurs

On a apporté certaines modifications récentes aux normes de certification des moteurs, notamment au chapitre des dommages causés par l'absorption de corps étrangers, y compris les oiseaux. Les aéronefs et les moteurs certifiés avant la date d'entrée en vigueur de la révision sont protégés—et ne sont donc pas assujettis à une conformité rétroactive. Cela signifie qu'à quelques rares exceptions touchant des aéronefs certifiés couramment, la flotte actuelle est homologuée selon les anciennes normes.

Masse des oiseaux ingérés	Nombre d'oiseaux ingérés	Exigences en matière d'impacts d'oiseaux
3 onces	Maximum de 16 oiseaux en séquence rapide	Les impacts ne doivent pas causer une perte de puissance ou de poussée supérieure à 25 %, exiger que le moteur soit coupé dans les 5 minutes ou entraîner une situation dangereuse
1,5 lb	Maximum de 8 oiseaux en séquence rapide	Les impacts ne doivent pas causer une perte de puissance ou de poussée supérieure à 25 %, exiger que le moteur soit coupé dans les 5 minutes ou entraîner une situation dangereuse
4 lb	1	Le moteur ne doit pas prendre feu, exploser ou perdre la capacité d'être coupé

Tableau 5.6 Récapitulatif des exigences de navigabilité de la FAA-FAR 33. Impacts d'oiseaux avec les moteurs (Renseignements détaillés en annexe 5.2)

Les principales exigences se rapportant aux turbomoteurs—à l'exception des grands turboréacteurs à double flux RR Trent, P&W 4084 et GE90—sont énumérées au tableau 5.6; les exigences détaillées qui s'appliquent aux turbomoteurs installés sur les aéronefs commerciaux et les aéronefs d'aviation commerciale sont présentées en annexe 5.2.

Bon nombre des oiseaux aquatiques et rapaces dépassent le poids exigé pour la certification, soit quatre livres. Le poids de nombreux oiseaux en volée dont les populations connaissent une croissance élevée dépasse les normes relatives à l'absorption d'oiseaux multiples. En fait, pour pouvoir passer le test d'ingestion d'un gros oiseau, il faut simplement que le moteur puisse être « *coupé en toute sécurité* » ; le test d'ingestion d'un oiseau de volée exige qu'un moteur développe une puissance de 75 pour cent et qu'il continue de fonctionner pendant cinq minutes.

Conclusion

L'examen des données et des prévisions concernant la croissance de la flotte des aéronefs ainsi que des normes de certification de navigabilité fait ressortir les grands points suivants :

- les voyages en avion devraient connaître une forte expansion;
- la taille des flottes d'aéronefs continuera de s'accroître;
- la croissance sera plus élevée que la moyenne parmi les vols de transport régional et les aéronefs à une allée qui décollent et atterrissent plusieurs fois par jour;
- la croissance sera plus élevée que la moyenne dans les pays en développement qui mettent en œuvre peu ou pas de programmes de gestion de la faune;

- le poids de nombreuses espèces d'oiseaux dépasse ceux qui sont définis par les normes de certification de la cellule et des moteurs des modèles d'aéronefs courants.

L'exposition aux impacts d'oiseaux et leur probabilité vont croissant et la possibilité de conséquences graves suivant une collision est importante.

Chapitre 6

Aéroports

Introduction

Un examen des statistiques relatives aux impacts d'oiseaux (v. Chapitre 7) révèle que près de 90 pour cent des collisions surviennent aux aéroports ou à proximité—véritable champ de bataille de la guerre menée contre le péril aviaire. Le présent chapitre examine les principales caractéristiques des aéroports—incluant les cadres d'utilisation, les normes de certification et les mesures de gestion de la faune—et le contexte dans lequel viendront se greffer les mesures préventives décrites aux chapitres ultérieurs.

Activités aéroportuaires et facteurs de risque

Variant selon leur dimension et l'objet de leurs activités, les aéroports sont les foyers d'un réseau de transport mondial—et le carrefour où s'opère le transfert des passagers entre les modes de voyage aérien et terrestre.

En tant que systèmes, les aéroports comprennent trois sous-systèmes (v. figure 6.1) ayant pour objet :

- le déplacement des passagers et des marchandises à destination et en provenance de l'aéroport (décrit au bas de la figure);
- la prise en charge des passagers et des marchandises en vue du transport aérien (décrit dans la partie médiane);
- la surveillance des mouvements des aéronefs à l'aéroport (décrit tout en haut).

La Politique nationale des aéroports (PNA) de 1994 classe les aéroports du pays dans une des catégories suivantes :

- ceux qui appartiennent au Réseau national des aéroports, notamment les installations dans les capitales nationale, provinciales et territoriales ainsi que les aéroports desservant au moins 200 000 passagers chaque année;
- aéroports locaux et régionaux desservant moins de 200 000 passagers chaque année;
- aéroports petits, éloignés et aéroports de l'Arctique.

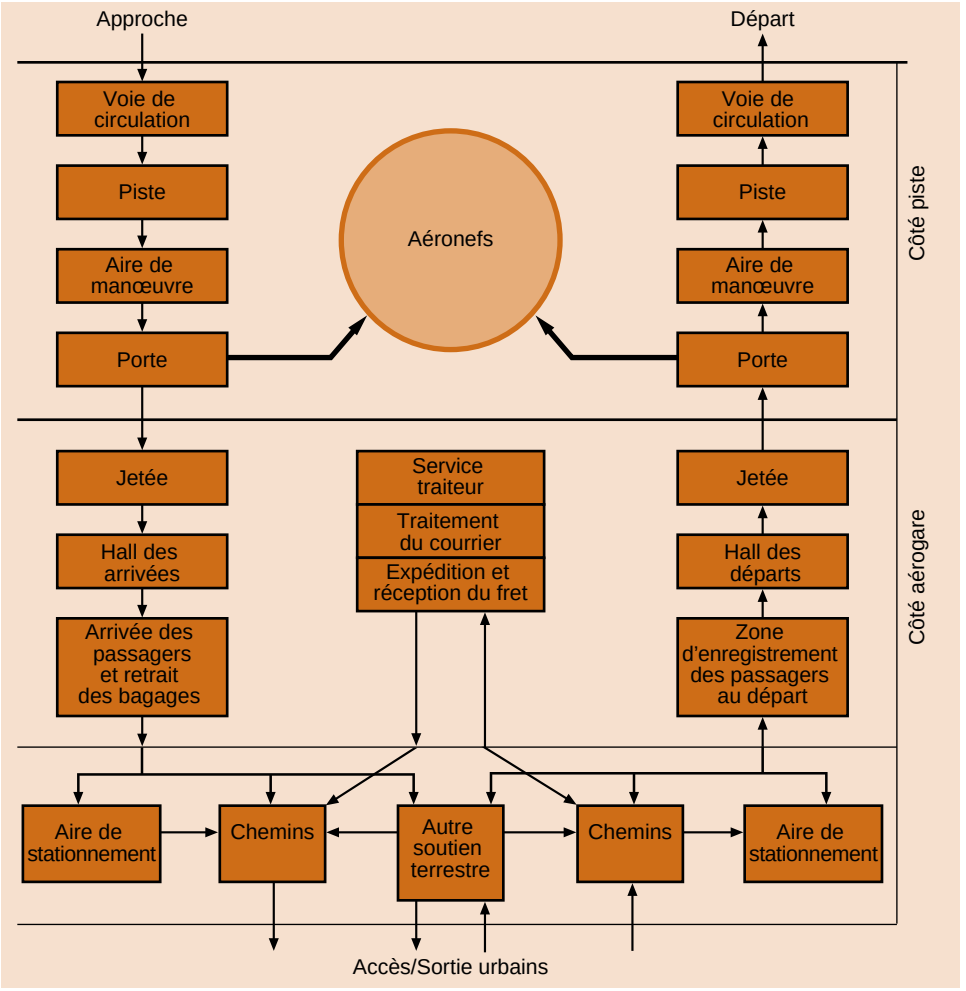


Figure 6.1 Le réseau des aéroports *(Ashford, Stanton et Moore, 1997)*

Au Canada, la classification des aéroports selon leur type et leur dimension reflète notre diversité géographique et démographique. L'étendue du pays justifie notre besoin de disposer de plus de 1 300 terrains d'aviation enregistrés et agréés; les concentrations de population expliquent la prédominance d'un petit nombre—26 aéroports canadiens prennent en charge au moins 94 pour cent de tous les mouvements de passagers et de marchandises du pays. L'exposition au risque varie en fonction des différences constatées sur ces sites.

De grands aéroports sont des villes à l'intérieur des villes—déployant des activités de grand impact sur les économies locales, régionales et même nationales (tableau 6.1). En 1997, l'Aéroport international Lester B. Pearson a créé des emplois directs et indirects pour 112 000 personnes dans la Région du Grand Toronto. Heathrow et les aéroports

Organisations principales	Organisations associées
Exploitant d'aéroport	Autorités régionales et municipalités locales Gouvernement fédéral Gouvernement provincial Concessionnaires Fournisseurs Services publics Police Services d'incendie Services ambulanciers et médicaux Services de la circulation aérienne Météorologie
Compagnie de transport aérien	Fournisseurs de carburant Maintenance de l'aéronef Service traiteur et boutiques hors taxe Services de santé Autres compagnies aériennes et exploitants Manutentionnaires de fret
Usagers de l'aéroport	Visiteurs Accompagnateurs et expéditeurs Taxis, messagers et expéditeurs
Interlocuteurs périphériques	Associations locales Groupes d'entraide Chambres de commerce Groupe antibruit Groupes écologistes Résidents de la région limitrophe Militants pour les droits des animaux

Tableau 6.1 Organisations affectées par l'activité d'un grand aéroport (*Adapté de Ashton, Stanton et Moore, 1997, p. 3*)

d'Atlanta et O'Hare de Chicago impulsent, chacun, des niveaux d'emploi sur site excédant 50 000 personnes—atteignant ainsi le même niveau d'emplois des quartiers d'affaires de villes qui comptent entre 250 000 et 500 000 habitants (Ashford, Stanton, Moore, 1997).

L'aviation est une industrie à forte croissance dans le monde et le Canada ne fait pas exception—son taux d'expansion annuelle a été en moyenne de 3 pour cent au cours des 15 dernières années. Les prévisions indiquent que cette croissance se poursuivra

1999	Ville/Aéroport	Croissance en pourcentage des mouvements d'aéronefs
1	Milan	184,7
2	Fresno	49,9
3	Colorado Springs	30,1
4	Washington - Dulles	22,7
5	Phoenix	20,7
6	Daytona Beach	18,7
7	Bakersfield	16,6
8	Las Vegas	15,3
9	Madrid	13,9
10	Santa Ana	12,9

Tableau 6.2 Aéroports ayant enregistré la croissance la plus rapide en 1999. Les 100 premiers classés au rang mondial des mouvements d'aéronefs

dans un avenir prévisible en enregistrant une augmentation de 50 pour cent du nombre de passagers payants embarqués et débarqués—passant de 82,6 millions en 1998 à 124 millions en 2013.

Lorsqu'on évalue le risque d'un impact de la faune dans un aéroport, un facteur crucial est l'importance des mouvements d'aéronefs—plus leur nombre augmente, plus le risque est élevé. Comme l'illustre le tableau 6.2, l'augmentation la plus remarquable de la cadence des mouvements d'aéronefs est survenue dans des aéroports régionaux de petite et moyenne dimension.

En 1999, les compagnies aériennes dans le monde ont exploité 14 904 aéronefs de 50 fauteuils ou plus. Si les prévisions d'expansion de l'industrie de 6 pour cent par année s'avèrent, la flotte mondiale doublera jusqu'à atteindre le chiffre approximatif de 28 422 aéronefs d'ici 2018. Les prévisions annuelles de croissance pour les avions régionaux de 50 à 106 fauteuils s'établissent à 15 pour cent et à 8 pour cent pour les aéronefs à deux couloirs. Ceux-ci sont en effet les avions qui desservent les cadences de vols des aéroports régionaux dont les activités augmentent. Parallèlement à l'augmentation des mouvements d'aéronefs augmente également la pression en faveur de l'agrandissement des installations aéroportuaires actuelles et la création de nouvelles infrastructures.

L'impact de l'augmentation de la circulation aérienne a été ressenti de nombreuses façons. Tout en permettant aux aéroports un accès accru à un capital fort prisé, la privatisation a également introduit des changements fondamentaux sur le plan de leur exploitation. Au cours des années 1990, le gouvernement du Canada s'est départi de son rôle traditionnel de propriétaire et exploitant d'aéroports—une évolution qui a façonné la réorganisation du réseau aéroportuaire canadien. Les sites qui autrefois se concentraient uniquement sur le mouvement des passagers et des marchandises sont désormais des centres florissants

d'activité commerciale à peine reconnaissables juste dix ans plus tard et, aujourd'hui, sont responsables de 60 pour cent des recettes totales de l'aéroport.

Imaginez que chaque passager passe en moyenne une heure à l'aérogare avant son départ. Seulement 40 pour cent de son temps est consacré aux démarches d'embarquement en laissant à chaque passager 60 pour cent du temps libre—occasion attrayante pour les marchands capables de proposer des services au public captif de l'aéroport.

Les installations commerciales de l'aéroport sont exploitées soit par l'administration de l'aéroport directement soit données en location-bail à des concessionnaires. Dans un cas comme dans l'autre, les activités d'exploitation d'un aéroport augmentent les occasions d'affaires dans les domaines suivants :

- stationnement et location de voitures,
- vente de livres, souvenirs et articles de boutique,
- réservations d'hôtel,
- opérations bancaires et d'assurance,
- services personnels (coiffeur, teinturerie, etc.),
- services d'affaires,
- activités récréatives dans des lieux de divertissement, postes de télévision et restaurants.

La recherche des occasions d'affaires dans les aéroports a stimulé une concurrence intense et favorisé des projets d'expansion dans le monde. Mais ces nouveaux aménagements comportent la possibilité de risques accrus d'impacts de la faune.

Tout changement intervenant dans un réseau bien protégé et où tout se tient peut conduire à l'introduction de menaces insidieuses et de risques imprévus. Cela est particulièrement vrai par rapport aux impacts de la faune, où le succès dépend de l'engagement coordonné de tous les intervenants du milieu. Les dimensions commerciales concurrentielles des aéroports modernes ajoutent un degré de complexité qui étaient inconnu il y a à peine quelques années. Depuis la mise en œuvre de la PNA au Canada, le ministère gouvernemental compétent—Transports Canada—n'est plus engagé directement dans la gestion des aéroports. La résolution efficace des problèmes—sur le plan commercial et celui de la sécurité—repose de plus en plus sur des équipes de gestion relevant du secteur privé.

Par suite de la complexité croissante des activités aéroportuaires, on a veillé à ne pas se départir des approches traditionnelles de la gestion de la sécurité. Les processus d'agrément de l'aéroport (décrits plus loin dans le même chapitre) visent à conforter l'adhésion à des niveaux de sécurité minimaux. Les programmes de gestion de la faune (décrits en détail au Chapitre 7) font partie des exigences opérationnelles des principaux aéroports du Canada et sont comprises dans les manuels d'exploitation des aéroports des principaux aéroports des États-Unis et de Grande-Bretagne.

Date de l'accident	Lieu	Type d'aéronef	Perte de coque assurée
Novembre1975	JFK (New York)	DC-10	25 millions $ US
Avril 1978	Gossellies (Belgique)	Boeing 737	8 millions $ US
Juillet 1978	Kalamazoo (É.-U.)	Convair 580	0,6 million $ US
Septembre 1988	Bahar Dar (Éthiopie)	Boeing 737	20 millions $ US*
Janvier 1995	Le Bourget (France)	Falcon 20	2,3 millions $ US

* 35 victimes et 21 blessés graves signalés

Tableau 6.3 Accidents d'aéronefs causés par des impacts d'oiseaux (*Adapté de Robinson, 1996*)

Des méthodes nouvelles et moins traditionnelles de gestion des impacts de la faune se font également jour. Les techniques de la gestion des risques liés aux accidents d'aéronefs à proximité des aéroports sont suffisamment élaborées pour que les décideurs et les planificateurs chargés du développement des propriétés environnantes les emploient efficacement (Piers). Des programmes de contrôle des populations d'oiseaux mis au point par les sites de décharge adjacents à certains aéroports en sont un exemple.

Une des indications les plus révélatrices de l'évolution survenue sur le plan de la gestion des risques est le changement de la structure des assurances relatives aux activités de l'aéroport et aux entreprises. Traditionnellement, les aéroports exploités par le gouvernement étaient autoassurés. Suite à la cession des activités au secteur privé, l'assurance responsabilité—l'instrument de gestion des risques du dernier ressort—est devenue une nécessité. Malgré la perspective d'une augmentation vertigineuse des demandes d'indemnité, les polices sont en fait relativement modestes—seul un pour cent des primes d'assurance totales dans le monde sont liées à l'aviation. Les primes sont influencées principalement par des critères d'exposition incluant :

- les types d'aéronefs qui fréquentent l'aéroport,
- le nombre de mouvements,
- les services fournis,
- les mesures de sécurité et le dossier des demandes.

De nombreuses demandes concernent des passagers blessés dans l'enceinte de l'aérogare mais comprennent également les demandes d'indemnité de plusieurs millions de dollars pour des dommages aux moteurs consécutifs à l'ingestion de corps étrangers. Le tableau 6.3 illustre quelques-unes des pertes remboursées par les assureurs pour des accidents dus à des impacts d'oiseaux et ayant entraîné une perte de coque. Les montants n'incluent pas les demandes d'indemnités pour les blessures et le décès des passagers qui, dans chaque cas grèvent de façon considérable la portée et la valeur de la demande d'indemnité.

Puisque les questions relatives aux assurances viennent accentuer l'importance de la gestion du risque dans le milieu aéroportuaire, des méthodes de modélisation novatrices sont élaborées pour mieux prédire le péril aviaire. Ces modèles peuvent produire des courbes hypsométriques qui délimitent les niveaux de risque dans l'environnement de l'aéroport en permettant de mieux cerner le risque de tiers selon qu'il est affecté par des facteurs tels que l'aménagement des pistes, l'acheminement du trafic et le renforcement des mesures de sécurité. Par exemple, les changements apportés aux activités et aux infrastructures peuvent être modélisés avant d'être appliqués afin de démontrer l'augmentation ou la diminution du risque pour les propriétés situées à proximité de l'aéroport.

Les coûts des assurances motiveront de plus en plus les mesures de gestion de la faune dans les aéroports exploités à des fins commerciales. Comme l'illustre le tableau 6.3, des collisions avec des oiseaux ont causé aussi bien la perte d'aéronefs que de vies humaines au cours des dernières décennies. La croissance qui touche tous les aspects de l'aviation donne à penser que ces pertes seront de plus en plus nombreuses.

Aérodrome ou aéroport—quelle est la différence?

Les termes *aéroport* et *aérodrome* sont souvent employés de façon interchangeable par l'industrie aéronautique, tandis que les lois et les règlements—du moins au Canada—utilisent principalement le deuxième. Par exemple, la Loi sur l'aéronautique du Canada définit ainsi un aérodrome :

« *Tout terrain, plan d'eau (gelé ou non) ou autre surface d'appui servant ou conçu, aménagé, équipé ou réservé pour servir, en tout ou en partie, aux mouvements et à la mise en oeuvre des aéronefs, y compris les installations qui y sont situées ou leur sont rattachées.* »

Catégories d'aérodrome

On dénombre trois catégories différentes d'aérodromes, dont chacune présente progressivement des exigences de sécurité différentes. Dans l'ordre du niveau ascendant de sécurité, les catégories sont énumérées ci-dessous :

- aérodromes (petites bandes de terrain situées sur une propriété privée qui ne sont ni enregistrées ni agréées),
- aérodromes enregistrés,
- aérodromes agréés, dénommés aéroports.

Aérodromes enregistrés

Bien qu'ils figurent sur la liste, les aérodromes enregistrés ne sont pas agréés en tant qu'aéroports dans le Supplément de vol - Canada (CFS)—une publication destinée à renseigner les pilotes sur l'utilisation des aérodromes et aéroports enregistrés. Les aérodromes enregistrés ne sont pas assujettis à une inspection permanente de Transports Canada; ils font cependant l'objet d'inspections périodiques visant à vérifier

la conformité au Règlement de l'aviation canadien (RAC) et à assurer l'exactitude des renseignements publiés dans le CFS et le Supplément hydroaérodromes (WAS). En dépit de ces efforts, les pilotes qui prévoient utiliser un aérodrome enregistré sont toujours censés communiquer avec les exploitants des aérodromes pour obtenir confirmation de l'actualité des renseignements du CFS.

Aérodromes agréés

Les aéroports sont des aérodromes agréés en vertu du paragraphe 302.03 du RAC. Malgré les règlements qui régissent les aérodromes enregistrés et non enregistrés, il incombe dans tous les cas au pilote de déterminer si un aérodrome offre des garanties suffisantes de sécurité, La réglementation est essentiellement mise en place pour protéger les personnes qui connaissent peu l'environnement de l'aéroport—c.-à-d. le public payant et les personnes qui résident à proximité et sont susceptibles d'être affectées par des activités aéroportuaires présentant un risque.

Délivrance des certificats d'aérodrome

Les règles d'exploitation sont énumérées dans le RAC III, Sous-partie 1 du Règlement de l'aviation canadien (RAC), qui prévoit également des dispositions en vue de l'enregistrement d'un aéroport dans le Supplément de vol - Canada (CFS) et le Supplément hydroaérodromes (WAS).

La certification exige de la part de l'exploitant l'entretien et l'utilisation du site en conformité avec les normes applicables de Transports Canada reproduites dans TP 312 de Transports Canada—Aérodromes – normes et pratiques recommandées. Le personnel de Transports Canada effectue des inspections périodiques visant à attester le respect des normes.

Au Canada, les aérodromes doivent être agréés lorsque :

- ils sont situés dans la zone bâtie d'une cité ou ville;
- ils sont utilisés par un transporteur aérien comme base principale d'activités ou pour des services de transport de passagers à horaires préétablis;
- le ministre estime que la certification obéit à des fins d'intérêt public.

Des exemptions sont délivrées :

- aux aérodromes militaires,
- aux aérodromes pour lesquels le ministre a défini un niveau de sécurité équivalent.

Dans la plupart des pays du monde, les détenteurs d'un certificat d'exploitation d'aérodrome doivent donner aux autorités compétentes les assurances suivantes :

- les zones d'exploitation de l'aéroport et les abords immédiats sont sûrs;
- les installations aéroportuaires sont appropriées en fonction des activités qui y prennent place;

L'Aéroport international Macdonald-Cartier International (CYOW) d'Ottawa (Canada) est caractéristique de l'espace étendu et varié qu'occupent les grands aéroports internationaux.

- la direction et le personnel clé sont compétents et opportunément qualifiés pour mettre en œuvre une programmation destinée à la sécurité des vols.

Dans la plupart des pays, y compris le Canada, la certification de l'aéroport exige de la part des détenteurs qu'ils se conforment aux dispositions des Manuels d'exploitation d'aéroport agréés (MEA). Contenant souvent des renseignements sur les programmes de gestion de la faune dans les aéroports, les MEA intègrent les risques d'impacts de la faune dans le cadre d'une planification d'ensemble et de la gestion des autres risques opérationnels des aéroports.

Gestion de la faune dans les aéroports

Considérant que 90 pour cent de toutes les collisions avec des oiseaux et des mammifères surviennent aux aéroports ou à proximité, le facteur le plus important de réduction des risques connexes est un programme de gestion de la faune scientifiquement fondé et bien géré.

Obligations de l'exploitant d'aéroport en matière de gestion de la faune

La *Loi sur l'aéronautique* permet au ministre des Transports de prendre des mesures d'une grande portée afin de maîtriser les risques associés aux impacts des aéronefs avec la faune. Plutôt que d'intervenir par voie d'autorité, Transports Canada encourage les différents intervenants à mettre en œuvre de bon gré des mesures de contrôle sur le terrain et aux abords de l'aéroport.

Transports Canada recommande aux exploitants d'aérodrome d'entreprendre des études écologiques afin d'évaluer le péril de la faune selon des critères scientifiques. S'il existe un danger ou si des aéronefs équipés de turboréacteurs ou de grands avions à voilure fixe utilisent les installations, un Plan de gestion de la faune aux aéroports (PCFA) doit être mis à exécution.

Les exploitants d'aéroports et d'aérodromes sont tenus :

- de surveiller et de gérer les habitats de la faune et les sources de nourriture susceptibles de mettre en péril la sécurité des vols;
- de surveiller les modalités d'utilisation des terrains limitrophes à l'aéroport et la présence de sources de nourriture liées à cette menace;
- de maîtriser les risques de la faune sur le terrain et aux abords de l'aéroport et de mettre en œuvre des programmes qui puissent contrôler la présence animale;
- d'organiser des programmes de formation à l'intention du personnel chargé de la gestion de la faune.

Programmes de gestion de la faune aux aéroports

Le principal objectif d'un programme de gestion de la faune aux aéroports est de mettre en œuvre des mesures aptes à prévenir les collisions entre des aéronefs et des animaux à proximité de l'aérodrome. Comme tels, ces programmes doivent faire partie intégrante du plan de gestion d'ensemble d'un aéroport—et, le cas échéant, faire même partie du plan d'affaires de l'aéroport. Comme nous l'avons évoqué au chapitre 1, des implications juridiques et financières importantes peuvent surgir de l'absence de programmes de gestion de la faune complets et efficaces en cas d'accident. Le chapitre 8 présente en détail les programmes de gestion de la faune aux aéroports.

L'aéroport comme composante de l'écosystème local

La gestion et l'aménagement des terrains situés hors des limites de l'aéroport peuvent contribuer autant sinon plus à la création de risques de la faune que ceux qui sont constatés sur le site même de l'aéroport. Les pressions de la croissance urbaine étant constantes, les terres situées à proximité de l'aéroport—rarement des lieux de résidence principale—sont devenues plus attractives pour des activités industrielles, l'élimination des déchets et l'agriculture. Ces utilisations ne sont pas affectées par le bruit et l'animation qui caractérisent les aéroports. D'âpres batailles s'engagent souvent sur l'utilisation des terrains limitrophes; s'ils ne sont pas planifiés ou gérés comme il convient, ces développements peuvent créer un certain nombre de menaces graves liées à la présence de la faune.

Les programmes de gestion de la faune aux aéroports ne peuvent connaître le succès isolément; l'environnement de l'aéroport est seulement une petite portion de l'écosystème local et tout changement qui prend place sur le site ou à proximité aura une portée certaine. N'oubliez pas que, parmi les lois qui gouvernent un écosystème, il y a celle de Newton—à chaque action correspond une réaction égale et, parfois, opposée; à

Le débordement d'importantes populations de mouettes qui tirent avantage de pratiques mal avisées de gestion des déchets peut perturber gravement la sécurité aéroportuaire.

défaut d'études écologiques appropriées, il se peut qu'en voulant éliminer un risque on en crée un autre bien plus grave. Laissez les biologistes accomplir leur travail et procéder à une analyse circonstanciée qui inspirera l'élaboration et la mise en œuvre de mesures de gestion de la faune efficaces.

Lignes directrices et règles relatives à l'utilisation des terrains

La *Loi sur l'aéronautique* édicte des règles de zonage qui interdisent l'utilisation des terrains dans le voisinage de l'aéroport—lorsqu'un tel usage est jugé dangereux pour les manœuvres des aéronefs. Ces règles abordent des questions telles que :

- surface de limitation d'obstacles (limitations relatives aux objets susceptibles d'encombrer les zones associées à l'approche, aux départs des aéronefs et aux mouvements de piste)
- protection des réseaux de télécommunications et des systèmes électroniques,
- bruit des aéronefs,
- restrictions en matière de visibilité,
- exigences concernant la protection du site à visibilité directe,
- péril aviaire.

Les lignes directrices de Transports Canada énoncées dans le manuel TP 1247-*Utilisation des terrains dans le voisinage des aéroports* servent de base aux règles de zonage des aéroports dans l'ensemble du Canada. Puisque les règles de zonages diffèrent d'un aéroport à l'autre, il en va de même des descriptions et de la portée des activités restreintes. Une clause concernant l'élimination des déchets se rattache aux règlements de zonage de 55 de ces aéroports, en interdisant :

- les décharges,
- les sites de décharge de déchets organiques,
- les pêcheries commerciales côtières, et
- les cultures susceptibles d'attirer des oiseaux ou d'affecter la visibilité de vol dans un rayon de huit kilomètres du point de repère de l'aéroport.

TP1247 fait également état d'autres activités non recommandées sur les terrains situés à une distance de 3,2 km du point de repère d'un aéroport, ainsi que des recommandations concernant d'autres modes d'utilisation des terrains et mesures correctrices. Aux collectivités qui n'ont pas de règlement de zonage aéroportuaire, TP1247 fournit de précieuses indications pour l'évaluation de la diligence appropriée qui incombe aux personnes intervenant dans l'aménagement des terrains.

Le Canada n'est pas le seul pays qui a recours à une réglementation; la demande pour l'utilisation des terrains dans le voisinage des aéroports est une question d'envergure mondiale. Aux États-Unis, la FAA a publié une circulaire *Waste Disposal Sites on or Near Airports* (AC150/5200-33), qui met en garde contre les sites de décharge lorsque ceux-ci sont situés :

- à une distance de 10 000 pieds de toute extrémité de piste empruntée par un avion turboréacteur;
- à une distance de 5 000 pieds de toute extrémité de piste empruntée par un avion propulsé par un moteur à pistons,
- dans un rayon de cinq milles de toute extrémité de piste qui attire ou supporte des mouvements d'oiseaux près des voies d'approche ou de départ des aéronefs.

Bien qu'elles diffèrent par le détail, les lignes directrices canadiennes poursuivent un seul et même objectif. La figure 6.2 énumère les pratiques d'utilisation des terrains non recommandées à des distances de 3,2 km et 8 km des points de repère des aéroports canadiens.

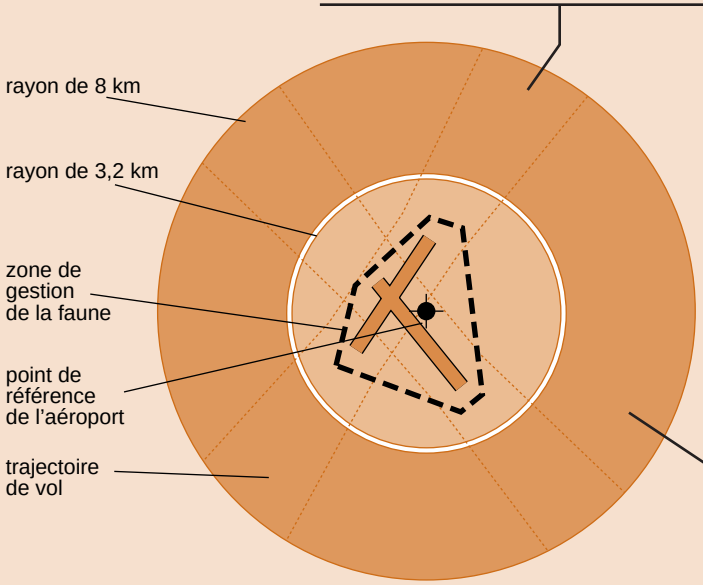
La connaissance des dangers que représente la faune est en voie de persuader progressivement tous ceux qui interviennent dans l'aménagement des terrains situés à proximité d'un aéroport—depuis les entreprises d'élimination des déchets jusqu'aux gouvernements municipaux—de l'opportunité d'adapter et de mettre en application les programmes de gestion de la faune aux aéroports dans leur propre pratique commerciale.

Pratiques extrêmement dangereuses

Non recommandées pour les zones à moins de 8 km du point de référence d'un aéroport :

- dépotoirs,
- sites d'enfouissement de déchets alimentaires,
- usines côtières commerciales de transformation du poisson,
- cultures qui peuvent attirer les oiseaux.

Ces pratiques attirent des «oiseaux dangereux», c'est-à-dire ceux qui posent le plus grand danger pour les avions.



Pratiques modérément dangereuses

Non recommandées pour les zones à moins de 3,2 km du point de référence d'un aéroport :

- cultures de grains, par exemple l'orge, l'avoine, le blé (particulièrement le durum), le maïs et le tournesol,
- fruits, par exemple, baies, cerises, raisins et pommes,
- parcs d'alimentation d'animaux, par exemple pour le boeuf et le porc,
- cinéparcs,
- postes d'alimentation et réserves fauniques d'oiseaux migrateurs et de gibier,
- activités de labourage pendant le jour,
- infestations non contrôlées de souris et d'insectes,
- lagunes d'égout et étangs de rétention des eaux pluviales.

Ces pratiques attirent modérément les oiseaux, principalement les oiseaux plus petits comme les étourneaux, les bruants familiers et les bruants des neiges, qui ne sont pas attirés vers les aéroports à partir de longues distances pour se nourrir. Ces oiseaux présentent le plus de danger au moment de la migration ou lorsqu'il y a des conditions d'alimentation favorables comme des infestations d'insectes, le labourage, la récolte, etc.

Certaines pratiques foncières dangereuses augmentent l'attrait de zones géographiques existantes comme les plans d'eau libres ou les marécages qui servent de zones de nidification pour les goélands, les oiseaux du littoral et la sauvagine. Par exemple, lorsqu'un aéroport se trouve entre un site d'enfouissement (zone d'alimentation) et un plan d'eau naturel (zone de nidification), les oiseaux circulent régulièrement au-dessus de l'aéroport, aggravant le danger des impacts d'oiseaux.

Figure 6.2 Zones à risque à proximité d'un aéroport (TC – Bulletin sur la gestion de la faune dans les aéroports, n° 14)

Gestion des risques aéroportuaires en conflit avec la gestion environnementale

Des demandes variées et souvent contradictoires s'exercent sur le terrain de l'aéroport, les installations aéroportuaires et le mode de gestion. Les autorités de l'aéroport s'efforcent de créer un espace efficace de transfert de millions de passagers tout en comptant simultanément sur la production commerciale de recettes. D'un autre côté, les activités aéroportuaires doivent placer la sécurité de l'aéroport au premier plan. Le succès d'un aéroport et sa santé financière dépendent de la confiance des clients et des intervenants du milieu; une erreur sur le plan de la gestion de la sécurite peut menacer des vies humaines mais compromettre aussi le résultat net.

Les exploitants d'aéroport peuvent se trouver en désaccord avec les réglementations environnementales et les groupes écologiques de la collectivité locale. Il faut admettre que de nombreuses mesures qui visent à renforcer la sécurité aérienne—tel que le dégivrage de l'aéronef au glycol—peuvent être nuisibles à l'environnement si elles sont mal gérées. Il en va de même des programmes de gestion de la faune qui doivent s'efforcer d'atteindre l'objectif au moyen de la manipulation des habitats fauniques conformément aux dispositions des lois fédérales, provinciales et municipales.

Les exploitants d'aéroport réduisent au maximum le risque des impacts de la faune en œuvrant de concert avec les groupes écologiques locaux non seulement pour étendre la portée des pratiques de gestion de la faune liées aux activités aéroportuaires mais également—ce qui est plus important encore—pour respecter l'écosystème environnant.

Conclusion

Les aéroports sont de puissants moteurs économiques dont de nombreuses collectivités ne pourraient se passer. Le succès ou l'échec de ces entreprises dépend du degré de sécurité et de la viabilité économique possibles tout en préservant une relation de travail solide avec les intervenants du milieu et leurs collectivités. Là où le péril aviaire fait peser une menace réelle, la sécurité est fonction de la qualité des programmes de gestion de la faune aux aéroports—programmes attentifs aussi bien à l'écosystème local qu'aux préoccupations environnementales.

Chapitre 7

Statistiques sur les impacts d'oiseaux et de mammifères

Introduction

Les décisions de l'industrie aéronautique instituent un équilibre délicat entre sécurité et rigueur budgétaire tout en tentant d'évaluer l'exposition au risque ainsi que la probabilité et la gravité des impacts de la faune. L'établissement de stratégies efficaces de gestion de la faune dépend fortement de la collecte et de l'analyse de données provenant des statistiques sur les impacts d'oiseaux et de mammifères.

Le présent chapitre évalue les données disponibles et examine les tendances importantes qui peuvent aider les intervenants du milieu à réduire le risque des impacts de la faune.

Définitions

Pour assurer la cohérence des statistiques, il importe que toutes les parties tenues de signaler les impacts de la faune adhèrent aux mêmes critères. Selon le Comité canadien du péril aviaire, les impacts d'oiseaux sont censés avoir eu lieu dans les conditions suivantes :

- un pilote signale un impact d'oiseaux;
- le personnel chargé de la maintenance de l'aéronef décèle des dommages causés par un impact d'oiseaux;
- le personnel au sol signale avoir vu un aéronef frapper un ou plusieurs oiseaux;
- des restes d'oiseaux—en totalité ou en partie—sont découverts sur les terrains adjacents à moins de 200 pieds d'une piste si une autre raison n'a pas été trouvée à la mort de l'oiseau.

Les collisions avec d'autres classes d'animaux—des mammifères essentiellement—sont interprétées avec moins de rigueur mais respectent l'esprit des définitions établies pour les impacts d'oiseaux.

Arguments en faveur d'un compte rendu obligatoire

Afin d'assurer la plus haute qualité des statistiques, il importe que les organismes chargés de la tenue des bases de données reçoivent autant de renseignements que possible sur chaque collision—y compris les impacts sans conséquences et les quasi-impacts. Bien qu'il soit utile de réunir de l'information sur les dommages causés par les collisions afin de quantifier le coût qui en résulte pour l'industrie aéronautique, l'information qui a trait aux incidents qui ne provoquent aucun dommage et aux quasi-impacts est tout aussi importante sur le plan statistique pour avoir une idée complète du risque présent à un endroit donné.

Malgré les progrès de l'industrie aéronautique nord-américaine pour rendre compte des impacts de la faune, beaucoup de ces incidents ne sont signalés que partiellement ou pas du tout. Les spécialistes de la gestion de la faune estiment que 20 pour cent seulement de tous les impacts sont signalés; les taux de compte rendu sont probablement plus bas encore dans de nombreux pays en développement où les impacts ne sont pas signalés de façon systématique ou ne le sont pas du tout.

Dans la plupart des pays, il n'est pas obligatoire de produire un rapport sur les impacts de la faune. Transports Canada et la FAA encouragent vivement le compte rendu des intervenants de l'industrie aéronautique mais ne sont pas dotés des pouvoirs réglementaires leur permettant d'agir par voie d'autorité. Trois facteurs supplémentaires contribuent au fait que les impacts de la faune ne sont pas signalés :

- Certains intervenants de l'industrie croient que le compte rendu d'une collision crée des *responsabilités en matière d'information*, avec pour effet de nourrir les craintes du public à l'égard de l'éventualité d'un accident.
- Les intervenants présument à tort que d'autres ont signalé la collision.
- Soumis à la pression du respect de délais serrés, le personnel de l'industrie ne produit pas de rapports en jugeant à mauvais escient que les impacts de la faune ne sont pas une question de sécurité importante et qu'ils n'ont qu'un impact économique négligeable sur l'industrie.

En 1999, le NTSB recommandait à la FAA (dans Safety Recommendation A-99-91) d'obliger « *à tous les utilisateurs d'avion de signaler les collisions aviaires à la Federal Aviation Administration* ». La FAA n'a pas donné suite à la recommandation en alléguant les raisons suivantes :

- il serait difficile de faire appliquer un règlement;
- les procédures de compte rendu existantes suffisent à surveiller les tendances;
- le problème doit être pris en compte par les programmes de gestions des oiseaux et les initiatives de planification de l'aéroport.

Indépendamment de la position adoptée par la FAA, tout laisse croire que la sécurité serait grandement renforcée par l'obligation réglementaire de signaler tous les impacts de la faune.

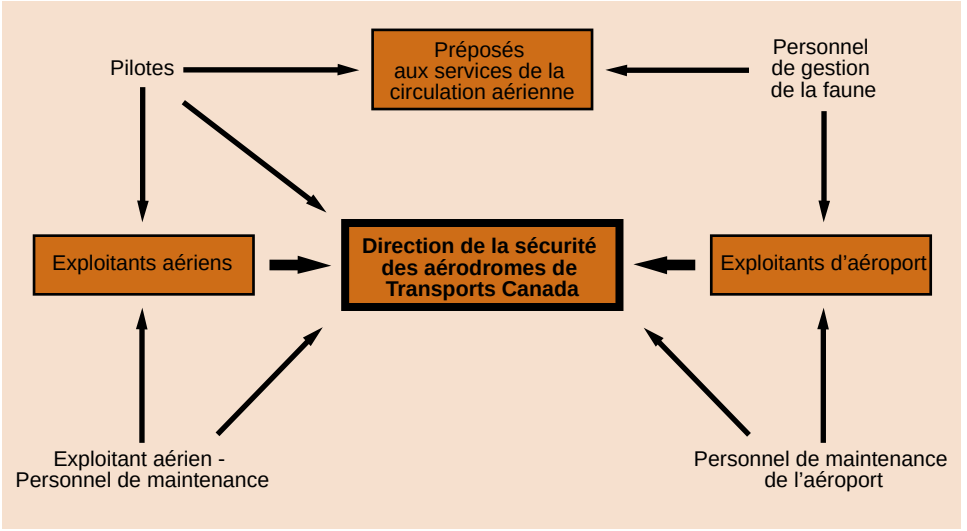

Pilotes
Préposés aux services de la circulation aérienne
Personnel de gestion de la faune
Exploitants aériens
Direction de la sécurité des aérodromes de Transports Canada
Exploitants d'aéroport
Exploitant aérien - Personnel de maintenance
Personnel de maintenance de l'aéroport

Figure 7.1 Schéma illustrant les fonctions de compte rendu de l'activité des oiseaux/de la faune au Canada

Rapport sur les impacts avec les oiseaux ou la faune

Un rapport sur les impacts de la faune adéquat exige l'apport de nombreux intervenants de l'industrie au processus de collecte des données. Les sections suivantes présentent un bref aperçu du processus de compte rendu et de l'impact qu'il pourrait avoir sur les statistiques relatives aux impacts de la faune. Une description complète de ce processus (y compris des exemples sur les formulaires d'impacts utilisés) figure en Annexe C—Procédures de compte rendu des impacts d'oiseaux et de mammifères.

Sources de compte rendu

N'importe quel intervenant peut fournir soit quelques éléments soit tous les renseignements nécessaires pour remplir le rapport sur un impact de la faune; on peut même affirmer que la vérité des faits ne peut s'affirmer qu'une fois que les différents témoins auront donné leur version et apporté leur contribution—aussi minime soit-elle. Plus la quantité des renseignements recueillis est importante, plus l'analyse des données sera précise en permettant au personnel de gestion de la faune dans les aéroports d'optimiser les stratégies de réduction des impacts. Les fonctions des différents intervenants et leurs interactions sont illustrées à la figure 7.1 et traitées dans les paragraphes qui suivent.

Les pilotes signalent beaucoup d'impacts aux ATS et ont la possibilité de remettre ensuite un rapport à Transports Canada. Les pilotes professionnels peuvent également rendre compte de l'événement à leur compagnie aérienne. Les pilotes ne connaissent pas ou ne sont pas toujours en mesure de déterminer toutes les circonstances d'une collision; ils ne sont pas sûrs de l'espèce d'oiseau en cause, de l'étendue des dommages subis par l'aéronef ni des coûts des réparations qui en résultent.

Les fournisseurs des services de la circulation aérienne peuvent être informés d'une collision par les pilotes ou le personnel de gestion de la faune de l'aéroport. En cas d'impact, les ATS signalent la collision par l'entremise du Système de compte rendu quotidien des événements de l'aviation civile (CADORS).

Le personnel de maintenance de l'aéronef découvre parfois les dommages qui n'ont pas été détectés auparavant au cours des inspections de l'aéronef.

Les compagnies de transport aérien font parvenir souvent à Transports Canada des résumés des rapports sur les impacts. Ceux-ci rendent compte des renseignements fournis par les pilotes et le personnel de maintenance de l'aéronef et comprennent également des données sur les répercussions opérationnelles, les dommages subis, les réparations et les coûts afférents.

Le personnel d'entretien et de sécurité de l'aéroport peut découvrir des oiseaux morts ou des carcasses de mammifères au cours des inspections régulières de FOD sur les pistes et les voies de circulation. À moins qu'une autre cause de la mort soit établie, on présume que les animaux sont entrés en collision avec un aéronef. Cette information doit être signalée à l'exploitant d'aéroport ou directement à Transports Canada.

Le personnel de gestion de la faune peut découvrir des oiseaux morts sur les pistes ou à proximité de l'aéroport dans l'exercice de ses activités quotidiennes. Ces spécialistes

Dommages infligés à un aéronef d'aviation générale par un seul aigle.

procéderont également à l'identification des espèces fauniques en cause afin de compléter les rapports provenant d'autres sources. Cette information sur les impacts doit être portée à l'attention du personnel des ATS, de l'exploitant d'aéroport ou de Transports Canada directement.

Les exploitants d'aéroport sont tenus de rassembler toutes les données concernant les impacts survenus à l'aéroport et de les signaler à Transports Canada.

Quels renseignements faut-il signaler ?

La méthode idéale consiste à utiliser le *Rapport d'impact d'oiseau/de mammifère* de Transports Canada (v. l'annexe C). En pratique, même si les déclarants ne disposent pas toujours des renseignements permettant de remplir toutes les sections du formulaire, on ne saurait souligner avec assez de force l'importance de remplir le formulaire dans toute la mesure du possible.

En examinant les formulaires américain et canadien, il convient de noter que Transports Canada a prévu une case où le quasi-impact peut être signalé; le formulaire correspondant de la FAA ne prévoit pas cette disposition.

Le Rapport d'impact d'oiseau/de mammifère de Transports Canada requiert les renseignements suivants :

- nature et circonstances de l'événement,
- type d'aéronef et moteurs en cause,
- phase du vol,
- parties touchées,
- effets sur le vol,
- conditions atmosphériques,
- espèces et nombres d'oiseaux et de mammifères en cause,
- dommages aux moteurs,
- coût de l'accident,
- commentaires et remarques supplémentaires.

Identification des oiseaux

Si des mesures de réduction du péril aviaire doivent être entreprises, il apparaît essentiel de connaître :

- les espèces d'oiseaux présentes à l'aéroport;
- les espèces frappées par l'aéronef,
- les espèces qui causent des dommages.

Il devient plus important d'identifier précisément les espèces en cause compte tenu des questions de responsabilité et d'exercice d'une diligence raisonnable et également pour se doter des outils et des techniques permettant de contrôler les espèces impliquées dans les collisions.

Identification des oiseaux vivants

L'identification des oiseaux vivants est relativement simple mais elle requiert de l'habileté et de la pratique. Le personnel de l'aéroport et des ATS se doivent de connaître les gros oiseaux et les espèces grégaires qui fréquentent le terrain de l'aéroport et posent des menaces éventuelles. Des lunettes et des guides aviaires modernes sont exigés; Transports Canada distribue également des affiches qui illustrent les principales espèces présentes dans les aéroports canadiens. Les études biologiques détaillées qui sont nécessaires en vue de l'élaboration de programmes de gestion de la faune efficaces dans les aéroports exigent cependant une expertise et des connaissances ornithologiques spécialisées.

Identification de restes d'oiseaux

Après un impact, il reste souvent très peu d'éléments qui permettent d'identifier l'oiseau; les restes peuvent aller d'une carcasse relativement intacte à quelques taches de sang retracées dans un moteur. Les enquêteurs font appel à un ensemble varié de techniques d'identification décrites ci-dessous pour déterminer l'occurrence d'une collusion et, si tel est le cas, identifier l'espèce en cause.

Comparaison avec des spécimens de musée

Des ornithologues chevronnés pratiquent un examen oculaire des plumes afin de déterminer l'espèce ou le groupe impliqué; les constatations peuvent être vérifiées par comparaison avec les spécimens d'une collection de musée. On estime qu'il est possible par cette technique d'identifier 75 pour cent des oiseaux entrés en collision avec un aéronef.

Examen microscopique des plumes

Les échantillons des plumes qui ne peuvent être identifiés à l'œil nu sont examinés au microscope où la structure fine de la plume—ses barbes et barbules—se révèle. Développée par les chercheurs R. C. Laybourne et C. J. Dove au Département de zoologie des vertébrés de la Smithsonian Institution à Washington, D.C., cette technique peut être utilisée pour identifier la famille ou le genre de l'oiseau en cause mais elle ne permet pas l'identification de l'espèce.

Électrophorèse de la kératine

L'électrophorèse est une technique d'analyse de la structure biochimique des plumes permettant d'identifier les espèces d'oiseaux. Les plumes sont composées de kératine, substance protéique analogue aux poils et aux ongles des humains; les protéines de kératine fournissent une empreinte digitale qui correspond aux caractères d'une espèce

M. Henri Ouellet au Musée canadien de la nature. M. Ouellet a mis au point le procédé d'identification par électrophorèse de la kératine des plumes pour Transport Canada.

particulière d'oiseau. Dans l'électrophorèse de la kératine, les protéines de la plume provenant d'un échantillon inconnu d'un oiseau frappé par un aéronef sont comparées à des échantillons d'espèces connues—une technique mise au point par M. Henri Ouellet, du Musée canadien de la nature, avec le soutien financier de Transports Canada. La base de données du musée contient 3 500 profils propres à plus de 800 espèces d'oiseaux. Malheureusement, le service que M. Ouellet offrait autrefois n'est pas disponible à l'heure actuelle.

Analyse de l'ADN

Suite à une ingestion dans le moteur de l'aéronef, seules des traces de sang et de tissus subsistent parfois—suffisantes pour qu'on puisse procéder à une analyse de l'ADN. À l'aide de techniques génétiques modernes, l'ADN peut être amplifié par la réaction en chaîne de la polymérase (PCR) afin d'obtenir des échantillons suffisamment grands aux fins de l'analyse. Le gène "b" du cytochrome mitochondrial est utilisé communément pour l'identification d'organismes par détermination des séquences nucléotidiques.

La Birdstrike Avoidance Team du Central Science Laboratory (CSL) au Royaume-Uni est en voie d'élaborer cette technique de l'ADN-polymérase appliquée aux échantillons provenant des impacts d'oiseaux. La comparaison des restes avec les séquences de la

bibliothèque génétique montre qu'une correspondance de 97 à 99 pour cent devient possible si les séquences proviennent des mêmes espèces ou d'espèces congénères. Les oiseaux appartenant à la même famille donnent une correspondance variant de 87 à 95 pour cent, mais il est impossible d'obtenir des correspondances fiables pour des espèces plus éloignées. M. J. R. Allan et ses collaborateurs du CSL estiment que cette technique pourrait devenir opérationnelle au Royaume-Uni à peu de frais : une bibliothèque de référence des familles d'oiseaux les plus fréquemment frappés par des aéronefs en Europe pourrait être créée pour 15 000 $ US; le traitement de chaque échantillon coûterait environ 150 $.

Base de données sur les impacts d'oiseaux et de mammifères

Les statistiques sur les impacts d'oiseaux sont tenues par les organismes de réglementation de l'aviation civile de nombreux pays; certains ont des bases de données séparées entre les domaines militaire et civil, tandis que d'autres les combinent. Toutefois, il n'existe pas de norme sur la tenue conjuguée ou partagée de ces bases de données.

Il incombe à l'administrateur de la base de données de s'assurer que les rapports multiples du même impact—provenant de sources différentes et présentés à des moments différents—ne faussent pas les données. Chacun de ces rapports doit être examiné attentivement car, une fois réunis, il permettront de mieux comprendre les circonstances d'un incident donné. Il est essentiel de réunir et de vérifier soigneusement les données pour que la base de données sur les impacts et toute information sur les tendances qui en résulte soient exactes. Une fois encore, il est extrêmement important de consigner les impacts d'oiseaux de la manière la plus exhaustive possible. Pour lutter contre le problème des impacts de la faune, on ne pourra définir les priorités et appliquer les solutions qu'après avoir présenté, compilé et analysé des données utiles.

L'information de la base de données sur les impacts fauniques est analysée pour dégager un certain nombre de tendances, y compris :

- les espèces fauniques qui créent des problèmes sur tout le territoire et sur des sites particuliers,
- les périodes difficiles du jour et de l'année,
- les tendances annuelles des impacts selon l'emplacement,
- la phase du vol pendant laquelle la probabilité de collision est la plus grande,
- les types d'aéronefs les plus exposés,
- les parties de l'aéronef les plus exposées,
- les effets des impacts sur l'aéronef,
- le pourcentage des impacts qui causent des dommages et affectent le vol,
- les coûts associés aux impacts,
- l'altitude à laquelle surviennent les collisions.

Trois grandes bases de données majeures sur les impacts de la faune sont présentées ci-dessous :

- la base de données sur les impacts d'oiseaux et de mammifères de Transports Canada,
- la base de données de la FAA, aux États-Unis,
- la base de données de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI).

Beaucoup de pays européens se sont également dotés de systèmes de compte rendu et de bases de données perfectionnées. Mais puisque notre ouvrage porte sur la situation en Amérique du Nord, nous nous limiterons aux bases de données citées. Il y a lieu de noter ici que dans la mesure où les paramètres de production des rapports ni les logiciels ne sont uniformisés parmi les bases de données, l'échange des données est extrêmement difficile et prend beaucoup de temps.

Transports Canada

La Direction de la sécurité des aérodromes de Transports Canada administre la base de données du pays sur les impacts avec les oiseaux et les mammifères. Des récapitulatifs annuels des impacts d'oiseaux ont été publiés et distribués aux personnes concernées en utilisant essentiellement le même formulaire depuis le début des années 1980—la série la plus longue de données comparables sur les impacts d'oiseaux qui existe. Ces comptes rendus comprennent de l'information sur :

- les impacts survenus aux aéroports canadiens,
- les impacts touchant des aéronefs canadiens à l'étranger,
- les impacts touchant des aéronefs exploités par le ministère de la Défense nationale au Canada et à l'étranger.

Ce n'est que depuis 1997 que ces comptes rendus comprennent des renseignements sur les quasi-impacts et les impacts avec des mammifères. L'analyse de la période de neuf ans la plus récente (1991 à 1999) indique que 6 848 impacts d'oiseaux ont été enregistrés dans la base de données de Transports Canada. Sur ce nombre, 5 891 concernaient des aéronefs civils et 957 des aéronefs militaires.

La Federal Aviation Administration (FAA) américaine

Aux États-Unis, les impacts de la faune sont signalés volontairement à la FAA à l'aide d'un formulaire (FAA Form 5200-7, v, annexe C). Bien que le personnel de la FAA assure le suivi de ces comptes rendus depuis 1965 pour dégager les tendances générales des impacts de la faune, aucune analyse quantitative de ces données n'a été effectuée avant 1995. En vertu d'une entente interorganismes, le Centre national de recherches fauniques du ministère américain de l'Agriculture se charge aujourd'hui de la tenue de la base de données de la FAA et de l'analyse des données. Des rapports annuels détaillés sont publiés et fournissent une foule de renseignements. Les rapports sont cumulatifs et contiennent des données relatives à la décennie 1990-1999 sur 28 150 impacts de la faune—soit 27 433 collisions avec des oiseaux, 681 collisions avec des mammifères et 36 collisions avec des reptiles.

Organisation de l'aviation civile internationale (OACI)

En tant qu'organisme mondial de l'aviation civile, l'OACI tient une base de données internationale sur les impacts d'oiseaux—Système d'information IBIS—depuis 1980. Chaque pays membre doit soumettre des données annuelles sur les impacts d'oiseaux; l'OACI les analyse et produit un rapport annuel. Étant donné que les comptes rendus peuvent être reçus de douzaines de pays dans cinq langues officielles différentes, la publication des statistiques annuelles est décalée de deux ans.

La base de données IBIS contient des renseignements sur 89 251 impacts d'oiseaux survenus dans le monde entre 1980 et 1999 inclusivement.

Principale base de données sur les accidents dus aux impacts d'oiseaux et de mammifères

Dans la production de ces données statistiques, le recueil des chiffres relatifs aux *accidents* sur les impacts d'oiseaux tient une place à part. Deux chercheurs bien connus dans le domaine ont élaboré indépendamment des bases de données séparées sur les accidents dus aux impacts de la faune.

John Thorpe, de l'administration de l'aviation civile au Royaume-Uni—ancien président du Comité européen sur le péril aviaire et président honoraire d'IBSC—a réuni une base de donnée mondiale de tous les accidents graves dus à des collisions avec des oiseaux qui ont touché des avions civils. M. W. John Richardson, de LGL Limited (Canada), a créé une base de données des accidents de l'aviation militaire et civile impliquant des oiseaux.

Dans ces bases de donnés, les accidents graves sont définis par les éléments suivants :

- perte de vies humaines,
- blessures aux occupants,
- destruction de l'aéronef,
- perte ou dommage subi par plus d'un moteur,
- un moteur endommagé et ingestion dans le deuxième,
- défaillance turbine non confinée,
- incendie,
- trous de grande taille (pare-brise, nez, radome),
- dommages structurels majeurs,
- épisodes très inhabituels, comme l'obstruction totale de la vision, la perte de systèmes multiples ou vitaux et de l'hélice, des dommages au rotor de l'hélicoptère ou de la transmission.

Faits saillants

Entre 1912 et 1997, sur 91 accidents, 41 ont coûté la vie à 208 personnes. Ces données ne disent sans doute pas toute la vérité, puisque les comptes rendus des années antérieures sont incomplets ou inexistants. Selon toute vraisemblance, les accidents causés par des oiseaux sont beaucoup plus nombreux mais jamais signalés en tant que

tels. C'est le cas plus particulièrement des accidents de petits aéronefs de l'aviation générale car les enquêtes ne sont pas généralement aussi approfondies que pour les avions commerciaux.

Accidents d'aéronefs graves

On dénombre plusieurs graves accidents avec perte de coque qui méritent d'être évoqués :

Le 4 octobre 1960, le pire accident causé à ce jour par un impact d'oiseaux est survenu lorsqu'un Lockheed Electra a rencontré une volée d'étourneaux sansonnets peu après avoir décollé de l'Aéroport international Logan de Boston. Les étourneaux se déplaçaient en denses volées d'oiseaux qui pèsent environ 80 grammes chacun. De nombreux oiseaux ont été absorbés par trois des quatre moteurs. Le pilote a dû couper le moteur numéro un, tandis que les moteurs deux et quatre perdaient de leur puissance. L'aéronef a perdu de la vitesse, s'est immobilisé et s'est écrasé dans la baie de Boston. Sur les 72 personnes à bord, 62 ont été tuées et 9 blessées.

Le 23 novembre 1962, un Vickers Viscount de la United Airlines a frappé une volée de cygnes siffleurs migrant à 6 000 pieds d'altitude au-dessus du Maryland. Le bord d'attaque du stabilisateur s'est détaché et le pilote a perdu le contrôle de l'aéronef qui s'est écrasé en provoquant la mort des 17 personnes à bord. Les mouvements de grande envergure de gros oiseaux comme les canards, les oies, les cygnes et les cormorans font peser une grave menace sur les aéronefs, de jour comme de nuit.

Le 12 novembre 1975, à l'Aéroport international J.F. Kennedy de New York, un accident remarquable s'est produit. Un DC-10-30 de la Overseas National Airlines avec139 personnes à bord a frappé des mouettes à la vitesse de décision V_1. Le moteur numéro trois a explosé en causant un grave incendie de l'aile. Le décollage a été interrompu et l'aéronef a pris rapidement feu. Fait remarquable, on n'a déploré aucune victime et seulement 11 blessures mineures, dues pour la plupart à la familiarité des passagers avec les procédures d'évacuation d'urgence—car tous les passagers étaient membres de la compagnie aérienne.

Le 15 septembre 1988, un Boeing 737-200 a absorbé des pigeons roussards au décollage de l'aéroport de Bahar Dar—situé à 5 800 pieds au-dessus du niveau de la mer, en Éthiopie. Les deux réacteurs sont tombés en panne et l'avion a tenté un atterrissage de fortune en rase campagne à 10 km de l'aéroport. Malheureusement, l'avion a heurté la berge d'un cours d'eau et a pris feu. L'accident a fait 35 victimes et 21 blessés parmi les 104 passagers à bord.

Incidents d'aéronefs importants

Alors que les accidents qui entraînent une perte de coque ont des conséquences dramatiques, ils sont largement dépassés par le nombre d'incidents dans lesquels la catastrophe a été frôlée de justesse—incidents qu'il importe également de prendre en compte dans l'élaboration des stratégies de gestion des risques. Les spécialistes actuels dans ce

domaine reconnaissent qu'on ne peut établir des stratégies d'atténuation des risques uniquement en se fondant sur les statistiques car les accidents graves ne représentent que 10 pour cent ou moins des données significatives sur la sécurité. De plus en plus, l'industrie aéronautique emploie d'autres techniques d'évaluation des risques :

- recueil des données sur la sécurité provenant d'autres sources tels que les systèmes de compte rendu non punitifs et les rapports d'évaluation d'accident,

- les outils d'analyse du risque qui évaluent la gravité éventuelle et la possibilité de nouvelles occurrences.

Tous les incidents graves consécutifs à des impacts d'oiseaux doivent être attentivement examinés et analysés en utilisant un protocole de gestion du risque établi. Malheureusement, il n'existe pas de base de données sur ces incidents graves ni une analyse de leur gravité potentielle et de la possibilité de nouveaux incidents—éventualité mise en évidence dans les exemples suivants :

> Dans la nuit du 9 janvier 1998, un B727 de la compagnie Delta a décollé de l'aéroport de Houston, au Texas. À près de 6 000 pieds d'altitude, l'avion a percuté une volée d'oies des neiges sur leur parcours migratoire et a subi d'importants dommages à ses trois moteurs, aux becs du bord d'attaque, au radome et au tube de Pitot mesurant la vitesse de l'avion contre l'air—dommages dus en partie au fait que l'aéronef participait à un essai visant à évaluer les gains d'efficience des départs à grande vitesse. L'équipage a réussi à revenir vers l'aéroport sain et sauf. Mais la possibilité d'une catastrophe était très réelle.

> Le 26 octobre 1992, un B747 de la KLM approchant l'aéroport international de Calgary a frappé une volée de bernaches du Canada peu avant l'atterrissage. L'avion a atterri sans encombre et aucun blessé n'a été déploré. Il a néanmoins subi d'importants dommages non confinés au réacteur numéro un et aux becs du bord d'attaque. Des impacts d'oiseaux multiples durant cette phase cruciale du vol—à très grande proximité du sol—peuvent mener à la catastrophe.

Certaines sections, plus loin dans le présent chapitre, attestent de la fréquence des ingestions d'oiseaux par le moteur, des décollages interrompus et des atterrissages de précaution et d'urgence qui indiquent à quel point ces cas de quasi-impact sont fréquents.

Analyse des statistiques sur les impacts d'oiseaux dans l'aviation civile

Les sections qui suivent présentent une analyse des statistiques sur les impacts d'oiseaux recueillies au Canada et aux États-Unis entre 1991 et 1999. Étant donné que la population des États-Unis est dix fois supérieure à celle du Canada et que les

États-Unis ont le plus haut taux d'utilisation par habitant d'aéronefs dans le monde, il est raisonnable de supposer qu'un nombre dix fois supérieur d'impacts d'oiseaux s'y produira chaque année. En fait, la moyenne des impacts d'oiseaux signalés annuellement a été de 2 857 aux États-Unis entre 1991 et 1999 par rapport à 761 au Canada—soit un rapport de 3,75 à 1. Ce ratio plus élevé peut s'expliquer par un taux de compte rendu supérieur au Canada résultant d'une plus grande sensibilisation au problème, d'un programme de relations publiques plus actif et un cadre de réglementation et de politiques plus normatif qui comprenait—jusqu'à tout récemment—la propriété gouvernementale de la plupart des aéroports.

En comparant les statistiques sur les impacts, il importe de se rappeler que les données ne sont pas toujours représentatives des statistiques réelles car un grand nombre de collisions ne sont pas signalées. Par exemple, un aéroport où le nombre des collisions *signalées* est plus élevé que dans un autre peut avoir un meilleur programme de gestion de la faune—et donc enregistrer moins d'impacts *réels*—que l'aéroport qui en compte moins. Le premier pourrait simplement adopter des règles plus rigoureuses en matière de compte rendu. Le nombre d'impacts est également fonction du nombre des mouvements d'aéronefs. Afin de normaliser les statistiques sur les impacts et d'adopter une méthode exacte de comparaison des données annuelles aux aéroports, le taux d'impact—exprimé par le nombre d'impacts sur 10 000 mouvements—est la mesure adoptée par les intervenants qui œuvrent dans ce domaine.

Dans les analyses qui suivent, les récapitulatifs —présentés sous forme de tableaux et de figures—se fondent sur les renseignements diffusés dans les publications de synthèse de Transports Canada et de la FAA. Étant donné que chaque compte rendu d'un impact ne fait pas état des renseignements relatifs à chacun des paramètres d'une collision avec des oiseaux ou à la pièce endommagée, les chiffres totaux proviennent uniquement des formulaires sur lesquels ces données ont été consignées.

Phase du vol

La plupart des bases de données sur les impacts avec les oiseaux contiennent des statistiques faisant état de la phase de vol. Ces statistiques sont importantes car à chacune des phases de vol correspond un niveau de risque différent. Les deux manœuvres les plus cruciales sont le décollage et l'atterrissage, et les statistiques d'accident dans leur ensemble montrent que la majorité des accidents surviennent durant ces deux phases de vol; dans la perspective d'un impact de la faune, un aéronef est beaucoup plus vulnérable au décollage qu'à l'atterrissage.

Au moment du décollage, les moteurs de l'aéronef fonctionnent à plein régime; l'avion est également plus lourd à cause de la quantité totale de carburant à bord. Au cours du décollage, il reste très peu de temps—deux ou trois secondes au plus—pour réagir à un impact de la faune, évaluer le dommage subi par l'aéronef ou le moteur et décider d'interrompre la manœuvre ou de poursuivre le vol. Des manœuvres de décollage interrompu et de panne moteur réussies exigent des compétences précises et une

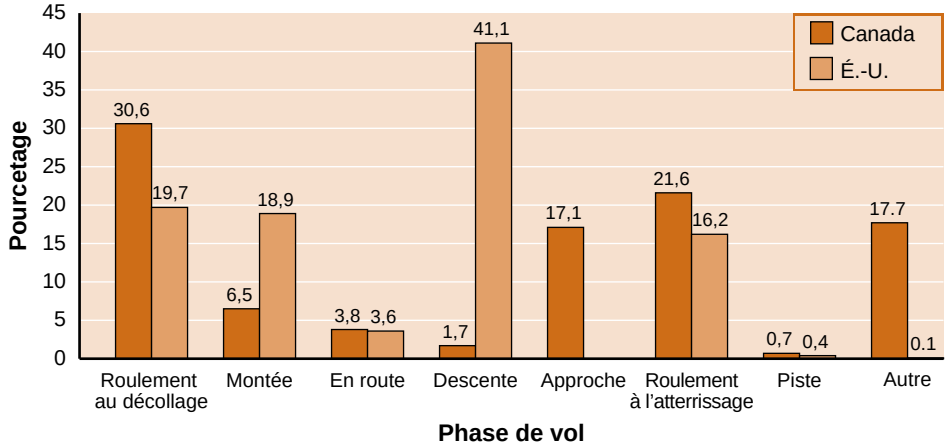


Figure 7.2 Phase de vol au moment de l'impact avec des oiseaux Canada et É.-U. (1991-1999) (Les données canadiennes incluent les impacts des aéronefs militaires)

bonne coordination de l'équipage car la performance de l'aéronef est limitée dans ces circonstances. Toute défaillance de systèmes multiples causée par un impact de la faune—tels que les dispositifs hypersustentateurs ou plusieurs moteurs—peut empêcher l'aéronef de voler.

L'atterrissage comporte moins de risque. La force d'impact et la possibilité de dommages sont réduites du fait que l'aéronef approche à des vitesses plus basses, sa puissance est moins forte et il transporte moins de carburant.

Les statistiques sur les impacts d'oiseaux selon la phase de vol, enregistrées au Canada et aux États-Unis entre 1991 et 1999, sont résumées dans la figure 7.2. La comparaison des statistiques dans leur ensemble atteste de la similarité entre les deux pays—37 pour cent des impacts au Canada surviennent durant le décollage, contre 39 pour cent aux États-Unis. Toutefois, une ventilation des données révèle une autre réalité—à savoir qu'au Canada, 31 pour cent des impacts surviennent au décollage et 6,5 pour cent en montée initiale. Aux États-Unis, 20 pour cent des impacts se produisent au décollage et 19 pour cent en montée. La différence semble indiquer que les deux bases de données peuvent utiliser deux définitions légèrement différentes des phases du décollage et de montée initiale.

Un nombre relativement petit d'impacts surviennent lorsque l'avion vole à plus haute altitude—3,8 pour cent au Canada et 3,6 pour cent aux États-Unis. Là encore, on note d'importantes différences entre les données canadiennes et américaines au sujet du nombre d'impacts dans les phases de descente et d'approche—19 pour cent contre 41 pour cent respectivement—et au cours de l'atterrissage—22 pour cent contre 16 pour cent. Les chiffres relatifs à la phase d'atterrissage sont dans l'ensemble plus

Altitude (AGL)	Pourcentage du total connu
0	40
1-99	15
100-299	11
300-499	5
500-999	7
1000-1499	5
1500-3999	10
>4000	6

Tableau 7.1 Altitude des impacts d'oiseaux aux États-Unis (1991 – 1999)

rapprochés—41 pour cent au Canada et 57 pour cent aux États-Unis. Encore une fois, chaque base de données peut avoir appliqué des définitions différentes.

Altitude

Les aéronefs risquent davantage de croiser des oiseaux au décollage et à l'atterrissage car les oiseaux volent pour la plupart à quelques centaines de pieds du sol. La plus haute altitude jamais enregistrée dans la base de données de la FAA impliquait une espèce d'oiseau non identifiée frappée par un DC-8-62 à 39 000 pieds le 23 octobre 1991.

Les données des É.-U. sur les impacts d'oiseaux à des altitudes au-dessus du sol (AGL) sont résumées dans la tableau 7.1. La figure porte sur 20 893 collisions signalées et faisant état de l'altitude entre 1990 et 1999 :

- 40 pour cent des impacts surviennent lorsque l'avion est encore au sol—essentiellement au cours des phases de décollage et d'atterrissage,
- 15 pour cent des impacts se produisent entre un et 99 pieds au-dessus du sol,
- 16 pour cent surviennent entre 100 et 499 pieds AGL.

Au total, 71 pour cent de ces impacts se produisent à l'aéroport ou à proximité. Au-dessus de 500 pieds, le nombre d'impacts d'oiseaux diminue au fur et à mesure que l'altitude augmente.

Les impacts d'oiseaux qui surviennent à une altitude supérieure à 500 pieds AGL mettent généralement en cause des volées d'oiseaux, notamment des oiseaux aquatiques migrateurs dont le poids peut dépasser 5 kg. Des impacts multiples touchant plusieurs composants de l'aéronef ne sont pas rares dans de tels accidents en créant les conditions susceptibles d'entraîner la perte de plus d'un moteur et d'endommager d'autres systèmes vitaux de l'aéronef. Bien que les probabilités d'un impact d'oiseaux à des altitudes supérieures à 500 pieds AGL soient faibles sur le plan statistique, les conséquences éventuelles d'une collision à haute altitude n'en seront que plus importantes encore.

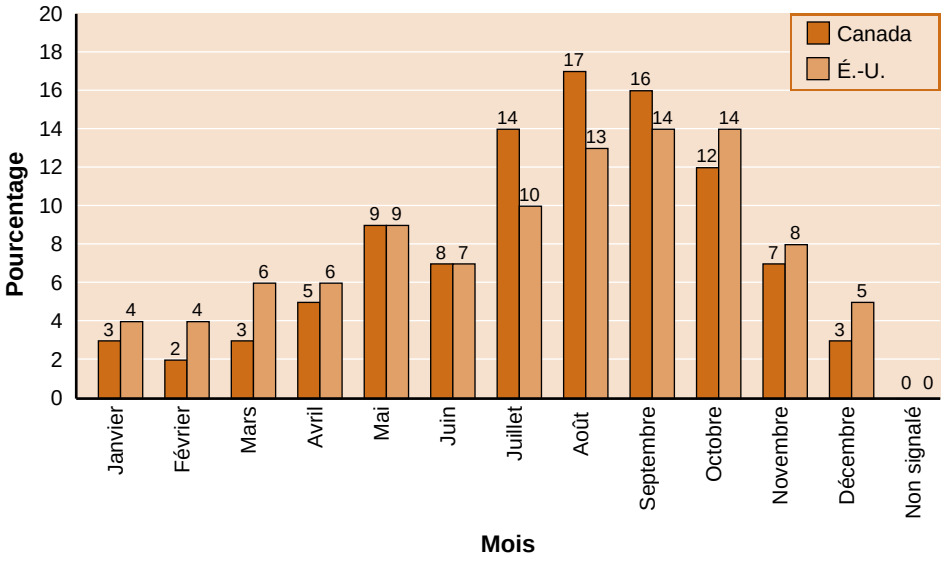


Figure 7.3 Répartition mensuelle des impacts d'oiseaux au Canada et aux États-Unis (1991 – 1999) (comprend les aéronefs canadiens à l'étranger et les avions militaires canadiens)

Comme l'indique cette donnée, il est impératif de réduire le nombre d'oiseaux présents aux aéroports ou à proximité. Cela plaide en faveur à la fois de programmes de gestion de la faune efficaces et du contrôle de sites comme les dépotoirs qui attirent les oiseaux près des aéroports (v. Chapitre 8).

Époque de l'année

La fréquence des impacts d'oiseaux varie selon l'époque de l'année. Les pourcentages des collisions au Canada et aux États-Unis qui se produisent chaque mois sont tracés dans la figure 7.3 pour les années 1991 à 1999. Au Canada, relativement peu d'impacts surviennent en hiver—deux à trois pour cent par mois de décembre à mars. La proportion augmente au printemps lorsque les oiseaux migrateurs reviennent des régions méridionales—cinq à neuf pour cent par mois entre avril et juin et atteint son maximum en été—14 à 17 pour cent par mois de juillet à septembre. Des taux aussi élevés s'expliquent pour deux raisons : les oiseaux sont présents en grandes quantités après la saison de nidification—particulièrement de jeunes oiseaux inexpérimentés qui ne connaissent pas les aéronefs—et entreprennent leur migration vers la fin de l'été. Les impacts qui surviennent en automne—12 pour cent en octobre et sept pour cent en novembre—marquent la période pendant laquelle un nombre important d'oiseaux sont toujours présents mais beaucoup d'oiseaux migrateurs ont déjà quitté le Canada. L'importance des impacts des oiseaux migrateurs n'est pas à négliger. Considérant le poids et le nombre d'oiseaux qui composent une volée, la connaissance des voies migratoires et des périodes de l'année est cruciale pour réduire la probabilité et la gravité des collisions.

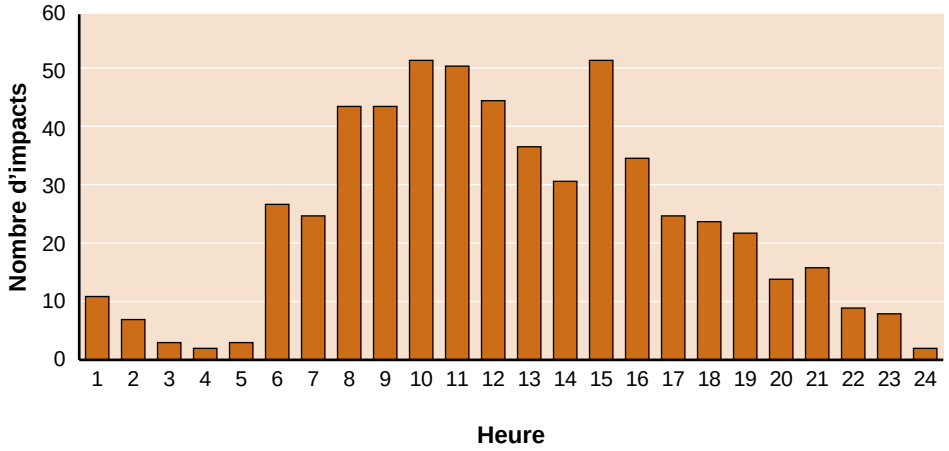


Figure 7.4 Répartition quotidienne des impacts d'oiseaux au Canada en 1999
(comprend les aéronefs canadiens à l'étranger et les avions militaires canadiens)

La courbe annuelle des impacts d'oiseaux aux États-Unis ressemble à celle du Canada, à quelques exceptions près. Le nombre d'impacts en période de pointe se produit également entre juillet et septembre—10 à 14 pour cent par mois—mais le nombre de collisions en hiver est plus élevé, quatre à six pour cent par mois entre décembre et mars. Les taux plus élevés en hiver sont une indication du grand nombre d'aéroports du sud des États-Unis où les oiseaux migrateurs passent l'hiver.

Période de la journée

Les impacts d'oiseaux surviennent à n'importe quelle heure, mais la vaste majorité des impacts canadiens se produisent le jour. Cela n'a rien d'étonnant puisque peu d'oiseaux volent la nuit et que peu d'avions partent ou atterrissent. La répartition horaire des impacts d'oiseaux en 1999, au Canada, est présentée à la figure 7.4 et montre les nombreux impacts d'oiseaux qui se produisent à toutes les heures du jour. Une légère augmentation est observée le matin—entre 8 et 10 heures—et tard dans l'après-midi—de 15 à 17 heures—lorsque le nombre de vols réguliers augmente également.

Les oiseaux ont tendance à être plus actifs à l'aube et au crépuscule, mais puisque l'heure du lever du soleil et du crépuscule varie dans l'année, la régularité de ces événements est moins évidente. En conséquence, les tendances quotidiennes révélées par les chiffres sont fortement influencées par les heures auxquelles la fréquence des vols s'intensifie. On enregistre également une variation de la distribution temporelle des impacts parmi les aéroports. Une analyse récente porte à croire également que les taux d'impacts en Amérique du Nord peuvent en fait être plus élevés durant la nuit.

La courbe des impacts de mammifères selon les heures est très différente de celle des oiseaux. La base de données de la FAA a signalé 681 impacts de mammifères au cours

	CANADA			ÉTATS-UNIS		
Partie aéronef	Nombres frappés	Nombres endom.	Pourcent endom.	Nombres frappés	Nombres endom.	Pourcent endom.
Pare-brise	514	33	6,4	4 195	321	7,7
Aile/Rotor	855	113	13,2	3 030	941	31,1
Fuselage	682	31	4,5	2 665	146	5,5
Nez	750	40	5,3	3 061	235	7,7
Moteur	608	96	15,8	3 887	1542	39,7
Hélice	266	12	4,5	819	92	11,2
Radome	251	32	12,7	2 645	405	15,3
Train d'atterrissage	303	8	2,6	1 180	153	13,0
Pitot	43	29	67,4	0	0	0,0
Autre	977	168	17,2	1 174	626	53,3
Total	5 249	562	10,7	22 656	4,461	19,7

Tableau 7.2 Parties des aéronefs les plus fréquemment frappées et endommagées par les oiseaux Canada et É.-U. (1991-1999)

de la période allant de 1991 à 1997; sur les 522 collisions où l'heure de l'impact était connue, 63 pour cent se sont produits la nuit—13 pour cent à l'aube et au crépuscule et seulement 24 pour cent durant le jour. Ces tendances reflètent le comportement nocturne et crépusculaire de la plupart des mammifères qui fréquentent les aéroports aux États-Unis et au Canada.

Parties de l'aéronef touchées

Les données qui mentionnent les parties de l'aéronef touchées par les oiseaux sont liées en partie au type d'aéronef et à la phase de vol. Les données de 1991 à 1999, se rapportant au Canada et aux États-Unis, sont résumées au tableau 7.2. D'une manière générale, le fuselage, le nez, le radome, le pare-brise, les ailes, le rotor et les moteurs sont les pièces les plus fréquemment touchées. Le nombre de collisions touchant les pare-brise et les moteurs sont proportionnellement plus élevées aux États-Unis et au Canada, bien que la raison ne soit pas apparente.

On note une variation marquée de la probabilité d'un impact qui cause des dommages. Le pourcentage global des impacts signalés qui causent des dommages est égal à 10,7 pour cent au Canada et à 19,7 pour cent aux États-Unis. On ne sait pas si la différence est réelle ou s'il ne s'agit pas plutôt d'une anomalie statistique; chaque pays utilise des aéronefs semblables et les espèces d'oiseaux dangereux sont généralement les mêmes. Il se peut que les impacts causant des dommages aux États-Unis soient signalés avec une fréquence plus élevée que les impacts sans conséquences; cela expliquerait l'écart apparent entre les chiffres des deux pays.

Les impacts les plus susceptibles d'endommager un aéronef sont ceux qui mettent en cause les pièces suivantes :

Effet sur le vol	Nombre d'incidents	% total d'incidents
Aucun effet/Poursuite du vol	4 224	61,6
Atterrisage de précaution/forcé	608	8,9
Décollage interrompu	173	2,5
Ingestion dans les moteurs	137	2,0
Arrêt/Défaillance/Incendie du moteur	30	0,4
Vision obstruée	61	0,9
Déchirure du revêtement/de la cellule	73	1,1
Autres effets	114	1,7
Non signalés	1 442	21,0
Totaux	7 002	100,0

Tableau 7.3 Effets des impacts d'oiseaux sur les aéronefs au Canada (1991-1999)

- moteurs : 16 pour cent et 40 pour cent au Canada et aux États-Unis respectivement,
- ailes et rotors : 13 pour cent et 31 pour cent,
- radome : 14 pour cent et 15 pour cent.

Les impacts qui touchent plusieurs moteurs présentent le plus grand danger pour les aéronefs; ce sont également ceux qui exigeront des réparations très coûteuses.

Comme on peut le deviner, les impacts de mammifères touchent d'autres pièces de l'aéronef que les impacts d'oiseaux. Dans l'ensemble, 607 des impacts signalés—85 pour cent —dans la base de données de la FAA ont endommagé des composants variés :

- le train d'atterrissage a été touché dans 63 pour cent des incidents, soit 251 événements, dont 158 ont entraîné des dommages;
- les hélices ont été touchées dans 91 pour cent des incidents, frappées dans 109 impacts et endommagées dans 99;
- les ailes et les rotors ont été frappés 83 fois et endommagés dans tous les cas;
- les moteurs ont été touchés dans 98 pour cent des événements : ils ont été endommagés dans 59 cas sur 60.

Effets sur le vol

Les impacts d'oiseaux sont très inquiétants dans tous les cas où ils provoquent des dommages et affectent le vol de l'aéronef. L'expérience canadienne entre 1991 et 1999 est résumée au tableau 7.3. Le lecteur doit savoir que les effets sur un vol peuvent être multiples. Dans 83 pour cent des cas, l'impact n'a pas eu d'effet et le vol s'est poursuivi. Un atterrissage de précaution a été nécessaire sous l'effet de neuf pour cent des impacts d'oiseaux signalés—beaucoup comportant des procédures d'urgence au sol. Des décollages interrompus se sont produits 173 fois—soit dans 2,5 pour cent des

Type d'aéronef	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Total
DeHavilland Dash-8	79	51	71	77	120	69	96	70	97	730
Boeing 737	115	32	62	53	54	36	61	45	38	496
DC-9/MD-80	59	30	38	46	60	47	35	15	27	357
Airbus A320	13	36	49	47	34	36	49	61	30	355
Boeing 767	27	16	22	17	31	25	8	19	11	176
Boeing 727	28	24	8	14	24	14	22	11	6	151
British Aerospace BA146	18	16	14	23	20	18	9	10	10	138
ATR 42	26	7	18	13	10	18	10	11	19	132
Fokker F28	9	0	6	6	18	17	15	16	16	103
Regional Jet CL65	0	0	0	0	11	28	27	26	1	93
Beech King Air	2	3	12	12	7	2	20	20	31	109
Canadair Challenger	11	8	9	2	6	10	0	11	8	65
Boeing 757	3	1	5	0	12	9	7	10	0	47
Boeing 747	3	5	1	10	3	8	5	11	10	56
BA Jetstream 31/41	5	3	5	7	8	0	7	12	5	52
McDonnell-Douglas DC-10	10	0	3	4	8	2	5	2	1	35

Tableau 7.4 Aéronefs civils percutés le plus souvent par des oiseaux au Canada (1991-1999)

cas. Les décollages interrompus peuvent être dangereux lorsque la décision doit être prise près de la vitesse de décision V_1, ce qui exige une intervention immédiate et une coordination bien synchronisée pour interrompre l'élan sans causer de dommages ou de perte de vies humaines.

Des ingestions par les moteurs se sont produites dans deux pour cent des cas, entraînant 30 pannes de moteur, des incendies et la coupure des moteurs par mesure de prudence. Au total, un pour cent des impacts signalés a causé des problèmes de moteurs potentiellement graves.

Aussi bien les données canadiennes qu'américaines concernant les effets sur le vol causés par des collisions avec des mammifères diffèrent de celles qui impliquent des oiseaux. Seulement 36 pour cent des 414 vols comportant un compte rendu complet n'ont pas eu de conséquences notables. Sur ces vols, 19 pour cent—79— ont nécessité l'interruption du décollage, tandis que 12 pour cent—49—ont nécessité un atterrissage de précaution.

Types d'aéronef touchés

Tous les aéronefs sont vulnérables aux collisions avec la faune, mais à différents degrés. Les types d'aéronefs les plus souvent touchés au Canada sont résumés au tableau 7.4. Les données suivantes indiquent que le nombre d'impacts par modèle d'aéronef est fonction :

- du nombre des aéronefs en service,
- du nombre des décollages et des atterrissages,
- des aéroports utilisés par ce type d'aéronef.

Par exemple, l'aéronef le plus souvent touché au Canada est le Dash-8—un court-courrier qui décolle et atterrit plusieurs fois dans la journée dans les aéroports les plus petits où les programmes de gestion de la faune font défaut.

Ingestions par les moteurs

Ce qui inquiète le plus dans la collision d'un avion de ligne avec des oiseaux est l'étendue des dommages causés et la perte de puissance qui peut résulter de l'ingestion par les moteurs. Malheureusement, les constructeurs de moteurs n'ont pas accès à toutes les données relatives aux événements causant des dommages—ce qui freine leur capacité de fabriquer des moteurs offrant une plus grande résistance. Après examen de près de 6 000 événements d'ingestion d'oiseaux impliquant des turboréacteurs CF6 et CFM à taux de dilution élevée, Tom Alge, de GE Aircraft Engines, a recommandé que toutes les ingestions d'oiseaux entraînant des dommages aux réacteurs soient signalées aux constructeurs de moteurs. Les ingestions sans conséquences—révélées durant la maintenance normale—ne sont pas non plus signalées uniformément. Alge a établi que sur 6 000 ingestions :

- 40 pour cent sont survenues au décollage,
- 10 pour cent dans la montée initiale,
- 2 pour cent en phase de croisière,
- 13 pour cent à l'approche finale,
- 35 pour cent à l'atterrissage.

Bien que la fréquence des ingestions soit semblable au décollage et à l'atterrissage, les ingestions au départ ont causé des dommages deux fois plus importants que ceux qui ont été subis à l'arrivée.

Une étude de la FAA réalisée en 1995 par Banilower et Goodall a examiné les ingestions d'oiseaux touchant des turboréacteurs modernes à taux de dilution élevée utilisés sur les avions A300, A310, A320, B747, B757, B767, DC-10 et MD-11. Entre 1989 et 1991, on a dénombré 644 événements d'ingestion au cours de 3 163 020 mouvements par 1 556 aéronefs—traduisant à l'échelle mondiale un taux d'ingestion de 2,04 événements par 10 000 mouvements d'aéronefs. Le taux d'ingestion aux États-Unis était de 0,70 par 10 000 mouvements, par rapport à 2,52 ingestions par 10 000 mouvements dans le reste du monde. Durant ces trois ans, on a signalé 31 ingestions par des moteurs multiples—soit un taux de 9,8 pour cent par million de mouvements. L'étude de la FAA a indiqué que 47 pour cent des moteurs qui ont absorbé des oiseaux ont subi des dommages; dans la moitié de ces cas, les dommages ont été considérables.

	CANADA		ÉTATS-UNIS	
Groupe d'oiseaux	Nombre total d'impacts	% des impacts identifiés	Nombre total d'impacts	% des impacts identifiés
Non passereaux				
Oiseaux aquatiques (canards,oies, cygnes)	273	6,5	1 366	11,7
Oiseaux d'eau (héron, grue, huard, foulque)	37	0,9	51	0,4
Rapaces	341	8,1	1 320	11,4
Strigidés	102	2,4	250	2,1
Oiseaux de rivage	307	7,3	834	7,2
Goélands et sternes	1 614	38,5	3 266	28,1
Pigeons et colombes	125	3,0	1 373	11,8
Gallinacés (tétras/faisans)	27	0,6	62	0,5
Autres non passereaux			54	0,5
Passereaux (oiseaux percheurs)				
Corvidés	65	1,6	208	1,8
Hirondelles	291	6,9	297	2,6
Merles	20	0,5	671	5,8
Étourneaux	160	3,8	591	5,1
Plectrophanes des neiges	300	7,2	33	0,3
Autres passereaux	528	12,6	1 253	10,8
Total des oiseaux identifiés	4 190	100,0	11 629	100,0
Total des oiseaux non identifiés	2 658		14 084	
Total des oiseaux percutés	6 848		25 713	

Tableau 7.5 Groupe d'oiseaux identifiés percutés communément au Canada et É.-U. (1991-1999)

Les données ont également montré que le risque d'ingestion varie selon l'emplacement. Le Canada, les États-Unis et quelques pays européens et de la région du Pacifique ont su atténuer leurs risques. Les risques les plus élevés ont été enregistrés dans les aéroports des pays d'Afrique et de quelques pays sud-américains, asiatiques et européens; ceux-ci auraient tout intérêt à mettre en place des programmes de gestion de la faune efficaces.

Espèces d'animaux impliquées dans les collisions

L'identification des espèces d'oiseaux et de mammifères qui entrent en collision avec des aéronefs s'avère utile pour la conception de tous les composants de l'avion ainsi que pour l'élaboration des programmes de gestion de la faune.

Les espèces et les quantités d'oiseaux frappés au Canada et aux États-Unis entre 1991 et 1999 sont résumées au tableau 7.5. Le tableau contient des renseignements se rapportant à 15 819 impacts signalés.

Durant la période 1991 à 1999, 152 collisions avec des mammifères ont été signalées au Canada et 681 aux États-Unis. Les espèces identifiées le plus souvent au Canada sont les suivantes :

Espèces/Groupes	Causent des dommages		Affectent les vols		Immobilisation de l'aéronef		Perte monétaire	
	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage	# d'heures	Pourcentage	Coût*	Pourcentage
Goélands et sternes	581	29.8	456	32.9	19,326	20.9	11.4	19.1
Oiseaux aquatiques	640	32.9	305	22.0	38,268	41.3	33.5	56.1
Rapaces (incluant les strigidés)	334	17.1	208	15.0	24,276	26.2	8.6	14.5
Pigeons et colombes	135	6.9	141	10.2	5,578	6.0	3.8	6.4
Merles/Étourneaux	73	3.7	91	6.6	1,240	1.3	0.7	1.1
Autres oiseaux d'eau	24	1.2	13	0.9	699	0.8	0.2	0.3
Oiseaux de rivage	85	4.4	77	5.5	2,994	3.2	1.2	2.1
Corvidés (corbeaux, etc.)	20	1.0	18	1.3	77	0.1	0.0	0.1
Passereaux	19	1.0	36	2.6	20	0.0	0.0	0.0
Tétras/Faisans	16	0.8	12	0.9	93	0.1	0.0	0.0
Divers	21	1.1	31	2.2	86	0.1	0.2	0.3
Total des espèces connues	1,948	100	1,388	100	92,657	100	59.6	100
Espèces inconnues	1,889		1,110		21,437		17.8	
Nombre total d'oiseaux	3,837		2,498		114,094		77.4	

* en millions $ US

Tableau 7.6 Groupes d'oiseaux identifiés le plus souvent percutés, Canada et É.-U. (1991-1998)

- Lapins : 24 pour cent,
- Mouffette rayée : 13 pour cent,
- Coyote : 12 pour cent,
- Renard : 11 pour cent, et
- Cerf de Virginie : sept pour cent.

Aux États-Unis, 65 pour cent des comptes rendus mentionnent le cerf et 11 pour cent le coyote.

Impacts causant des dommages

La probabilité qu'un impact d'oiseau endommage un aéronef est liée à la taille de l'oiseau—à son poids—et à son comportement de vol qui détermine la quantité d'oiseaux en cause. Tant au Canada qu'aux États-Unis, les mouettes constituent le groupe d'oiseaux qui est frappé avec la plus haute fréquence—de 28 à 39 pour cent (tableau 7.5). Les mouettes sont impliquées dans 30 pour cent des impacts d'oiseaux qui causent des dommages (tableau 7.6). Les oiseaux aquatiques—principalement les canards et les oies—sont en cause dans 33 pour cent de ces collisions, mais seulement dans 12 pour cent des collisions signalées aux États-Unis. Les oiseaux de proie, y compris les hiboux, sont également impliqués dans un pourcentage plus élevé d'impacts

dommageables—17 pour cent comparativement à 11 pour cent du nombre total des impacts. Les pigeons et les colombes représentent 11 pour cent des impacts aux États-Unis—seulement 6,4 pour cent de ceux qui causent des dommages. D'autres passereaux représentent 11 pour cent des impacts globaux mais moins de un pour cent de ceux qui causent des dommages (tableaux 7.5 et 7.6).

Coûts relatifs selon l'espèce

La base de données de la FAA renseigne sur le nombre d'heures d'immobilisation de l'aéronef et les coûts signalés des incidents d'impact. Le tableau 7.6 illustre de quelle manière l'influence par ailleurs forte des impacts de mouettes a tendance à chuter :

- les oiseaux aquatiques sont impliqués dans 41,3 pour cent du temps d'immobilisation total et représentent 56 pour cent des coûts afférents aux dommages subis,
- oiseaux de proie : 26,2 pour cent du temps d'immobilisation et 14, 5 pour cent des coûts,
- mouettes : 21 et 19 pour cent respectivement,
- pigeons et colombes : six et 6,4 pour cent.

Espèces dangereuses

Pour identifier les espèces d'oiseaux les plus dangereux, il faut tenir compte de certains facteurs, notamment :

- le nombre d'oiseaux présents;
- le poids et la densité des oiseaux;
- le comportement de vol;
- le comportement des oiseaux à l'aéroport et à proximité;
- leur réaction face à l'aéronef.

Peu d'études ont été réalisées sur le comportement des oiseaux à l'approche d'un aéronef. En fonction de l'expérience canadienne et américaine, il est clair que les oiseaux aquatiques, les mouettes, les oiseaux de proie, les pigeons et les colombes sont les espèces les plus dangereuses sur notre continent. Cela ne veut pas dire que d'autres espèces ou groupes ne sont pas plus importants dans tel ou tel autre aéroport.

L'examen de la base de données mondiale de l'OACI montre des tendances analogues. Par exemple, entre 1994 et 1996, on a établi que 743 impacts d'oiseaux ont causé d'importants dommages. L'espèce ou le groupe était connu dans 419 de ces cas—les mouettes constituant la première cause de dommages graves dans 32 pour cent des incidents, suivies des oiseaux de proie—y compris les hiboux—21 pour cent, et des oiseaux aquatiques dans 20 pour cent des cas.

Conclusions

Pour résumer, il importe de souligner l'utilité des statistiques sur les impacts d'oiseaux et l'importance de la collecte de données sur ces collisions—données qui procurent :

- un outil fondamental d'analyse du risque en vue de l'élaboration des stratégies d'atténuation du risque;
- un moyen d'évaluer le rendement des stratégies de gestion de la faune;
- des renseignements sur les coûts démontrant l'ampleur du problème des impacts d'oiseaux;
- la justification des dépenses nécessaires pour aborder le problème des impacts de la faune;
- un outil de planification essentiel au fondement des programmes de gestion de la faune dans les aéroports;
- les données nécessaires aux constructeurs de moteurs et de cellules pour concevoir des moteurs et des cellules plus sûrs et offrant une meilleure résistance aux impacts d'oiseaux;
- les renseignements dont ont besoin les sociétés d'assurances;
- les renseignements utiles aux exploitants d'aéroport pour montrer qu'ils ont fait preuve de diligence raisonnable en traitant les problèmes posés par les impacts d'oiseaux et de mammifères à leurs installations.

La collecte et l'évaluation des données sur les impacts de la faune constituent la clef de voûte d'un environnement aérien plus sûr.

Chapitre 8

Solutions – L'aéroport et ses environs

« *Transports Canada a pour politique de considérer toute présence de la faune dans des aéroports comme un danger éventuel pour la sécurité des aéroports et des aéronefs, et de situer, aménager, maintenir et exploiter les aéroports et leurs installations d'une manière qui réduira ces dangers au minimum.* »

Introduction

Les activités visant à réduire les possibilités, la probabilité et la gravité des collisions de la faune avec des aéronefs sont principalement entreprises, naturellement, aux aéroports et dans leur voisinage, où 90 pour cent des collisions se produisent. Ces efforts de gestion de la faune portent sur la modification des processus écologiques dans l'environnement de l'aéroport.

Forte de son solide fondement scientifique, la gestion de la faune dans les aéroports fait appel à toute une gamme d'outils et de techniques pour éloigner les animaux sauvages du voisinage des exploitations aériennes ou les en chasser. Il faut constamment affiner et actualiser ces efforts de gestion car aucune méthode ou aucun produit unique n'est efficace contre toute la gamme des espèces posant un risque direct ou indirect.

Rôles et responsabilités

La principale responsabilité de l'exploitant d'un aéroport est d'en assurer la sécurité – d'établir et de mettre en œuvre des politiques et des programmes portant sur les problèmes associés aux impacts de la faune.

Solutions de gestion de la faune adaptées aux installations

Du point de vue des risques posés par la faune, aucun aéroport n'est pareil à un autre ; et il en va de même des programmes de gestion de la faune. Chaque programme doit être adapté aux installations en question. Il doit être élaboré avec l'aide de biologistes, d'écologistes, d'experts en gestion de la faune, des organismes de réglementation, des exploitants des installations et d'autres organismes en mesure de lui donner une plus

grande utilité. Alors que les activités de gestion de la faune doivent cibler les aires de mouvement des aéronefs et les trajectoires d'approche et de départ sans égard à la taille de l'aéroport, les programmes de gestion efficaces doivent viser l'aéroport en entier, dont ses bâtiments et ses équipements.

.

Aux petits aéroports où il y a peu de mouvements d'avions et peu de ressources, le programme de gestion efficace de la faune pourra se limiter à effaroucher les oiseaux avant les décollages et les atterrissages. Mais aux grands aéroports, il pourra être difficile de trouver une solution applicable à tout l'éventail des animaux sauvages, des endroits et des moments exigeant une intervention; il est essentiel d'établir des priorités et de déterminer les espèces sauvages qui représentent les plus grands dangers pour les opérations aériennes.

Gestion de la faune passive et active

La bonne gestion de la faune aux aéroports repose sur l'intégration équilibrée, systématique et scientifique d'initiatives passives et actives.

Les initiatives passives désignent habituellement les composantes de gestion de l'habitat des programmes de gestion de la faune et visent à contrôler les éléments d'un aéroport qui attirent la faune. S'il est possible de réduire ou de modifier ces éléments – le moyen le plus économique de réduire le risque associé à la faune à long terme – il est impossible de les éliminer ; les animaux seront attirés par un élément ou l'autre d'un aéroport, ne serait ce que de manière saisonnière, pendant les migrations par exemple.

C'est pourquoi il est important d'adopter des mesures actives : effaroucher et harceler les animaux sauvages pour les éloigner immédiatement d'un endroit.

Les mesures passives et actives se complètent pour garantir une bonne gestion de la faune. Par exemple, le fait de modifier de grandes superficies susceptibles de former un habitat pour la faune en supprimant les étangs et les perchoirs réduira la nécessité d'une gestion active. En revanche, le simple éloignement des oiseaux des pistes au moyen de techniques actives risque d'être inefficace si des mesures passives n'ont pas été prises par exemple pour réduire les sources de nourriture, d'eau et de refuge à d'autres endroits de l'aéroport.

Gestion de la faune dans les aéroports : Utilisation des terrains dans le voisinage des aéroports

Les limites d'un aéroport n'ayant aucune signification pour les animaux sauvages, les programmes efficaces de gestion de la faune reposent donc sur les principes suivants :

- la connaissance des utilisations des terrains adjacents aux aéroports,
- le soutien et la participation des personnes qui gèrent les utilisations des terrains adjacents aux aéroports qui attirent la faune.

L'expérience a montré que l'augmentation considérable des mouettes attirées par des installations comme les sites d'enfouissement dans le voisinage des aéroports peut nuire aux mesures de lutte contre la faune. Le problème ne tient pas tant au nombre des oiseaux qu'à leurs mouvements. Leurs trajectoires de vol pour se rendre aux sites et en revenir peuvent couper les trajectoires d'aéronefs qui décollent ou atterrissent. De récentes études des aller-retour des mouettes à des sites de nourriture comme les décharges ont montré qu'en général elles occupaient l'espace aérien entre 100 et 2 000 pieds au-dessus du sol (AGL). Un avion à réaction en cours d'approche à l'alignement de descente normal de trois degrés occupe le même espace aérien sur une distance de plus de huit milles à partir du bout de la piste.

Gestion passive de la faune : gestion des habitats

Les grands espaces ouverts qui caractérisent généralement les aéroports attireront toujours la faune ; à moins de créer un milieu stérile, il est impossible de maîtriser toutes les espèces sauvages au moyen de la gestion de l'habitat. En même temps, la modification d'un habitat peut représenter un nouvel attractif pour d'autres espèces. La gestion passive de la faune est affaire d'équilibre délicat et les mesures employées pour l'atteindre doivent être constamment évaluées et actualisées.

Toutefois, le coût de ces mesures n'a rien de passif – il peut être élevé et difficile à justifier pour l'exploitant d'un aéroport. C'est pourquoi le recours à la gestion de l'habitat comme principale mesure de lutte exige d'être soigneusement planifié et étudié.

Les objectifs de la gestion de l'habitat

Avant de mettre en œuvre des mesures de gestion de l'habitat, il faut se demander sérieusement si la modification proposée atteindra les objectifs visés, notamment :

- éliminer ou réduire considérablement la présence des espèces faisant problème dans l'environnement de l'aéroport ;
- ne pas créer un nouvel attractif pour des espèces qui présentent un danger égal ou plus grand pour la sécurité des aéronefs ;
- n'entraîner que des coûts raisonnables de mise en œuvre et de maintenance pour que le nouvel habitat n'attire pas les espèces faisant problème pendant une longue période.

Les espèces ciblées

La modification de l'habitat est la mesure de lutte la mieux indiquée contre les espèces qui présentent le plus grand danger pour les aéronefs – les espèces qui :

- en raison de leur grande taille risquent le plus de causer un accident lorsqu'elles sont frappées ;
- se rassemblant généralement en grand nombre, entraînent une plus grande probabilité d'impacts fréquents ou multiples et augmentent la possibilité que ces impacts soient graves ;
- ont un comportement qui accroît la probabilité d'impact, comme la tendance des mouettes à se reposer sur les pistes où la chaleur du revêtement les attire.

Oiseaux	Mammifères
Mouettes	Coyote
Oies	Cerf
Cygnes	
Canards	
Pélicans	
Étourneaux	
Oiseaux de rivage	
Oiseaux de proie	
Pigeons	
Colombes	
Grues	
Hérons	
Quiscales	

Tableau 8.1 Espèces nord-américaines communes pour lesquelles il faudrait envisager la gestion de l'habitat à titre de principale mesure de lutte contre la menace qu'elles présentent.

Le tableau 8.1 offre une liste des espèces sauvages qui répondent à ces critères.

Acquisition de la connaissance des habitats fauniques autour des aéroports

La bonne gestion des habitats découle de la collecte de données exactes et complètes sur les attractifs de la faune dans l'environnement d'un aéroport. Dans certains cas, ces attractifs seront évidents et si bien connus du personnel de l'aéroport qu'ils n'exigeront qu'une étude sommaire ; dans d'autres cas, il faudra peut-être réaliser une étude écologique approfondie pour déterminer les éléments du milieu qui attirent les espèces présentant un danger.

Peu importe l'ampleur de l'étude – et avant la mise en œuvre – les efforts de gestion de l'habitat comprendront les travaux suivants :

- étude des données sur les impacts de la faune pour déterminer les espèces connues posant problème ;
- évaluer la probabilité et la gravité potentielle des incidents impliquant les oiseaux et les mammifères communément frappés ;
- déterminer les attractifs comme la nourriture, l'eau et les refuges ainsi que l'emplacement des sites de repos et les perchoirs (le Tableau 8.2 offre une liste des attractifs communs de la faune qui peuvent être gérés au moyen de la modification de l'habitat);
- obtenir de l'information à partir d'études et de l'expérience d'autres aéroports et les examiner ;
- évaluer la présence saisonnière des espèces présentant un danger (sont-elles là toute l'année ou seulement à certaines périodes?);
- déterminer si l'habitat peut être modifié ou supprimé.

Sources de nourriture	Habitats	Couverts de fuite et refuges
Vers de terre	Terrains herbeux	Pistes d'aéroport abandonnées
Poissons/Grenouilles	Fossés de drainage	Voies de circulation abandonnées d'aéroport
Insectes	Haies	Broussailles /Zones boisées
Rongeurs	Marais et marécages	Bâtiments
Graminées et mauvaises herbes productrices de graines	Boisés	Étangs/Lacs
Escargots/Limaces	Broussailles	Toits
Déchets/Ordures	Végétation riveraine	Champs de graminées courtes
Cultures agricoles (céréales, fourrages légumineuses, etc.)	Arbres de nidification	
	Perchoirs des oiseaux de proie	
	Plans d'eau	
	Bassins de retenue	
	Bassins d'eau provisoires	
	Bâtiments (sites de nidification et juchoirs)	
	Hangars	

Tableau 8.2 Attractifs de la faune dans un aéroport pouvant être maîtrisés avec succès au moyen d'une gestion des habitats

Techniques communes de gestion de l'habitat

Les sections suivantes offrent un bref survol des techniques de gestion de l'habitat employées au cours des vingt dernières années dans les aéroports du Canada, des États-Unis et d'Europe. Bien que chaque aéroport présente des difficultés propres de gestion de l'habitat, ces techniques se sont généralement révélées efficaces lorsqu'elles avaient été incorporées à un plan global de gestion de la faune.

Gestion de l'habitat source de nourriture

Bien que très efficaces, les interventions visant à réduire les sources de nourriture des espèces posant problème sont souvent négligées pour diverses raisons :

- les aéroports ne disposent pas de l'équipement voulu pour appliquer des substances chimiques dissuasives ;
- les aéroports hésitent à employer des produits chimiques en raison des coûts et des risques de dommages écologiques – réels ou perçus ;
- les aéroports n'ont pas facilement accès à l'équipement spécialisé qu'exigent les travaux à grande échelle de coupe et d'enlèvement de la végétation ;
- le nombre de sources de nourriture dans les aéroports est jugé insurmontable ;
- le personnel ne sait pas qu'une source de nourriture particulière est le principal attractif des espèces sauvages présentant un danger ;

Source de nourriture	Technique de gestion
Terres cultivées	Garder les terres cultivées à plus de 1 200 pieds des pistes
	Modifier l'époque de culture et les méthodes de récolte qui attirent des bandes d'oiseaux
Vers de terre	Enlever les vers de terre des pistes après de lourdes pluies
	Empêcher les vers de terre de ramper sur les aires de trafic
	Tuer les vers de terre en traitant les bandes herbeuses bordant les pistes
	Appliquer un répulsif à vers de terre sur le bord des pistes
	Appliquer par pulvérissation des insecticides et des herbicides le long des pistes pour supprimer les graines et les insectes
Décharges publiques	Situer les décharges publiques à 8 km des coordonnées d'un aéroport
Terrains herbeux	Garder les graminées à une longueur de 10 à 15 cm (longueur moyenne au Canada) pour réduire le nombre d'oiseaux et d'animaux venant s'y reposer ou s'y nourrir (à signaler : des études de sites seront nécessaires pour déterminer la longueur optimale des graminées)
	Disposer et entretenir des bandes de largeur minimale de graminées courtes le long des pistes
	Maintenir les endroits herbeux exempts de dicotylédones qui attirent certaines espèces de mammifères et sont pour elles une source de nourriture

Tableau 8.3 (a) Gestion de l'habitat : Sources de nourriture

- l'attrait esthétique de certaines mosaïques végétales qui sont devenues des éléments permanents de nombreux aéroports.

Quant aux coûts de ces interventions, ils sont plus que compensés par les économies résultant de la réduction globale des dangers causés par la faune.

Le Tableau 8.3 (a) résume les techniques communes de gestion de l'habitat employées pour contrôler les sources de nourriture.

Régulation chimique des sources de nourriture

Les moyens chimiques ne doivent être employés que sur certaines sources de nourriture – pour limiter les dépenses et réduire tant les effets sur les espèces non ciblées que les effets potentiels sur l'environnement. Ils pourront comprendre un ou plusieurs des moyens suivants :

- Traitement par pulvérisation des 30 à 40 premiers mètres d'herbe le long des pistes plusieurs fois par an ; le Benomyl et le Tersan ont fait la preuve de leur efficacité contre les vers de terre ;
- Application de rodenticides au début du printemps – avant le début des cycles de reproduction des rongeurs – pour contrôler les populations de petits mammifères qui constituent une source de nourriture pour les oiseaux de proie ;

- Application d'insecticides toute l'année, y compris les traitements visant des espèces spécifiques durant les périodes d'infestation.

Méthodes physiques de contrôle des sources de nourriture

Les méthodes physiques destinées à contrôler ou à supprimer les sources de nourriture peuvent comprendre :

- Coupe de la végétation dans les champs et ailleurs pour empêcher la production de graines et de fruits. La coupe de la végétation au sol à l'automne peut réduire ou éliminer les sources de nourriture durant l'hiver. De même, la taille et la suppression des arbustes et des arbres peuvent réduire le broutage des ongulés et la quantité de baies et de fruits pour les oiseaux et d'autres mammifères.
- Suppression de l'accès aux déchets comestibles par l'utilisation de contenants fermés hermétiquement. Il faut, si possible, ranger les contenants de déchets à l'intérieur ou les placer dans des installations à l'extérieur spécialement conçues pour empêcher les animaux sauvages d'y accéder. Les déchets répandus aux sites de chargement des déchets devraient être ramassés promptement et régulièrement.

Location de terrains aéroportuaires à des fins agricoles

Les baux visant les terres agricoles à côté des pistes et à proximité d'un aéroport doivent être bien définis et suivis et contrôlés strictement de sorte que l'exploitant de l'aéroport conservera la capacité de gérer les dangers potentiels de la faune. Les cultures constituent d'attrayantes sources de nourriture; les travaux agricoles comme le labourage et les récoltes créent souvent une nourriture abondante facile d'accès. Avant d'octroyer un bail, il est conseillé d'analyser les risques que posent les activités agricoles; les recettes qu'elles produisent peuvent être inférieures aux coûts additionnels de la gestion de la faune qu'elles entraîneront.

Les clauses spécifiques des baux dépendront de facteurs comme le climat local, les conditions du sol, le système de culture et les valeurs marchandes – facteurs qui varient énormément d'un aéroport à l'autre. Par conséquent, il n'est pas pratique de réglementer l'acceptabilité de cultures spécifiques. Il incombe à l'exploitant d'un aéroport de s'assurer qu'il existe assez de données pour prendre une décision éclairée au sujet de l'utilisation des terrains aéroportuaires à des fins agricoles.

Les baux devraient comprendre des clauses qui :

- précisent les types de plantes cultivées ;
- garantissent que les cultures choisies sont celles qui risquent le moins d'attirer la faune ;
- précisent le calendrier des travaux agricoles, labourage, plantation et récoltes, pour réduire le potentiel d'attraction de la faune ;
- indiquent clairement les méthodes de récolte pouvant être employées;
- comportent une clause dérogatoire (dans les baux ou permis) qui obligera l'agriculteur à retirer les cultures ou à les enterrer en cas de danger faunique.

Abris/refuges	Technique de gestion
Boisés	Éliminer tous les sous-bois
	Éclaircir le sommet des arbres pour éliminer les dortoirs
	Vérifier fréquemment les colonies d'oiseaux nicheurs dans les arbres
Haies et arbres de nidification	Couper à au moins 150 mètres de la ligne médiane de la piste ou de la voie de circulation
Bâtiments	Éliminer les trous, les crevasses, les rebords servant de juchoir et l'accès aux bâtiments en général
	Bloquer, couvrir et sceller les cavités, les crevasses et les drains à l'aide de grillages, de béton ou de briques.
	Appliquer des matériaux spéciaux aux perches pour éloigner les oiseaux
	Construire les rebords en pente pour éliminer les aires de dortoir et de nidification à l'aide de planches, de feuilles de plastic et de béton
	Inspecter régulièrement tous les bâtiments et les structures côté piste
	Retirer tous les bâtiments côté piste qui ne sont plus utilisés
Arbres, structures	Surveiller les arbres autour du périmètre fermé et les enlever au besoin
	Retirer tous les gros arbres seuls ou les petits massifs d'arbres sur les terres côté piste
Pistes, aires de trafic et de circulation	Faire des inspections et retirer tout ce qui attire les oiseaux
	Placer des pointes sur les feux de piste, les feux d'approche et les feux des aires de trafic et de circulation pour éliminer les perchoirs et les aires de nidification.
	Épandre des insecticides et des herbicides près des pistes pour éliminer les graines et les insectes.
	Garder les pistes et les aires de circulation propres

Tableau 8.3 (b) Gestion de l'habitat : Abris et refuges

Gestion des habitats servant de refuge

Les habitats servant de refuge comprennent les endroits sûrs où les animaux sauvages se reposent, perchent ou nichent. Dans un aéroport, ces habitats peuvent être :

- naturels, notamment les broussailles et les boisés, les haies et les arbres-perchoirs;
- artificiels, notamment les bâtiments, les hangars, les passerelles passagers, les garages de stationnement, les aires de mouvement des aéronefs, les affiches et l'équipement.

Les techniques de gestion comportent soit la suppression des habitats servant de refuge, soit leur modification de sorte qu'ils n'attireront plus la faune. Dans la majorité des cas, ces habitats, une fois identifiés, peuvent être gérés efficacement sans grands coûts et efforts.

Les refuges naturels de la faune – comme les petites terres à bois, les haies et les arbres servant de perchoir et d'aires de repos nocturne – devraient être supprimés ou modifiés

L'enlèvement de la végétation comme les groupes d'arbres aux aéroports élimine les aires de repos nocturne et de nidification pour les oiseaux et les refuges pour les mammifères comme le cerf.

pour les rendre moins attrayants; cela peut se limiter simplement à la suppression des broussailles des boisés.

Les éléments comme les bâtiments abandonnés utilisés par les oiseaux nicheurs et les mammifères devraient être démolis ; les voies de circulation et les aires de trafic abandonnées – endroits de repos de choix pour les mouettes – devraient être décapés et replantés.

Le Tableau 8.3(b) résume les techniques visant à supprimer ou modifier les habitats servant de refuges aux oiseaux et aux mammifères.

Gestion des habitats aquatiques

Beaucoup d'espèces d'oiseaux, particulièrement la sauvagine et les oiseaux de rivage, sont attirées par l'eau non seulement pour boire, mais aussi pour y trouver abri, sites de nidification et diverses choses à manger. Les habitats aquatiques des aéroports vont de simples fossés et étangs à des marécages, ruisseaux, rivières et lacs. Les endroits où l'eau s'accumule pendant de courtes périodes – après des orages de pluie ou durant la fonte de la neige au printemps – peuvent attirer de grands nombres d'oiseaux. En règle générale, tout site d'eaux stagnantes à des aéroports devrait être supprimé ou modifié.

Les lois fédérales, provinciales et nationales qui protègent les habitats aquatiques soulignent l'importance des partenariats permettant la collaboration entre les exploitants d'aéroports et les organismes gouvernementaux. Il n'est pas toujours possible d'apporter des modifications importantes aux habitats; les réglementations imposent de nombreuses

Habitat aquatique	Techniques de gestion
Drainage/ fossés ouverts	Accentuer la pente des berges pour éliminer les aires de refuges
	Drainer les fossés pour éliminer l'eau stagnante utilisée par les oiseaux et les mammifères
Plans d'eau	Utiliser des herbicides et des techniques de nettoyage pour limiter la végétation (roseau massue, broussailles) sur les berges de tous les plans d'eau
	Placer des obstacles pour empêcher l'accès à l'eau à l'aide de filets de nylon et de fils de fer

Tableau 8.3 (c) Gestion de l'habitat : Habitats aquatiques

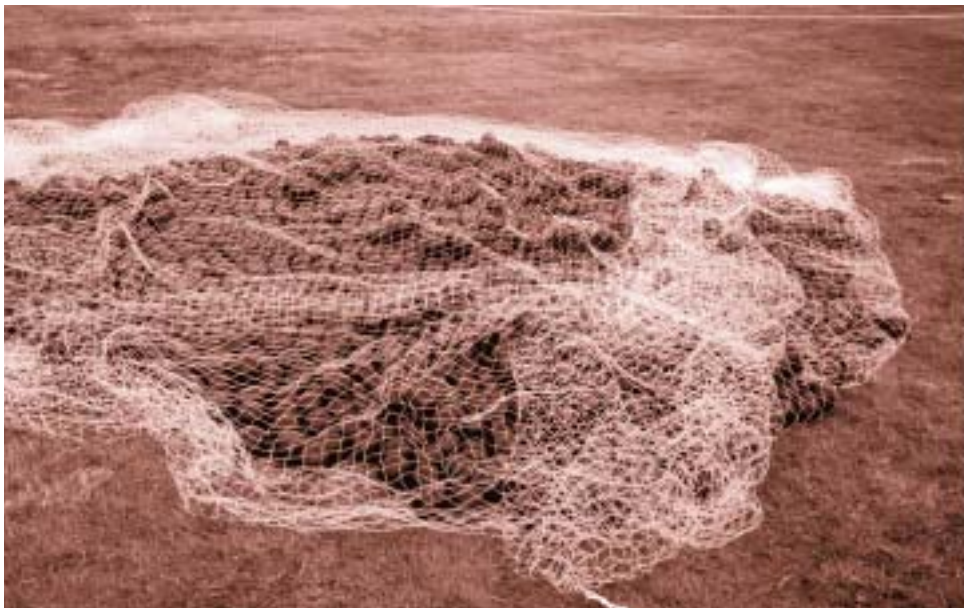
contraintes à la manipulation des habitats marécageux et des poissons. Lorsque la suppression ou la manipulation des marécages est le seul choix, la direction de l'aéroport devra peut-être négocier des mesures de réparation – comme la réalisation de projets d'aménagement de marécages ou d'habitats de poisson à distance de l'aéroport – avec les organismes gouvernementaux. Si la suppression des habitats n'est pas possible, le plan de gestion devrait prévoir des modifications minimes qui rendront les endroits moins attrayants aux espèces posant problème.

La gestion de l'habitat aquatique exige des solutions permanentes à long terme ainsi que des mesures à court terme qui portent sur les sources d'eau saisonnières et temporaires. Le Tableau 8.3 (c) présente un résumé des habitats aquatiques et leur gestion.

Les mesures permanentes à grande échelle comme celles qui sont présentées ci-dessous sont souvent coûteuses en raison de leur complexité. C'est pourquoi, les exploitants d'aéroport peuvent envisager d'inclure ces projets comme des objectifs à long terme de leurs plans de gestion de la faune.

- les systèmes de creusement des fossés qui créent des eaux stagnantes devraient être revus ou remplacés par des tuyaux de drainage enterrés.
- les étangs côté piste et les accumulations d'eau naturelles devraient être éliminés par comblement, nivellement et amélioration du drainage.
- Les bassins d'eaux pluviales devraient être situés dans des endroits sûrs et modifiés de manière à ne pas attirer la faune. Ces dernières années, un certain nombre d'aéroports d'Amérique du Nord ont remplacé les bassins d'eaux pluviales typiques par des terres humides artificielles à écoulement souterrain. Ces installations éliminent les eaux de surface et réduisent l'habitat de la faune.

Les mesures de gestion à court terme créent des habitats aquatiques qui n'attirent pas la faune ou les modifient pour exclure les espèces dangereuses. Le nettoyage et l'enlèvement de la végétation aquatique rendront les fossés moins attirants. On limitera également



Lorsqu'elles flottent sur de l'eau stagnante, ces balles en plastic empêchent les oiseaux aquatiques et d'autres oiseaux de se poser sur l'eau.

l'attrait pour la faune en veillant à ce que ces sites comportent des berges hautes et abruptes et une végétation régulièrement coupée.

Il existe un certain nombre de produits qui excluent la faune de l'habitat aquatique. Le choix du produit dépend :

- de la taille de l'endroit,
- du type d'habitat,
- des espèces à contrôler,
- de la période pendant laquelle la faune doit être exclue de l'endroit.

Il existe quatre méthodes reconnues pour empêcher les oiseaux d'atterrir ou de nager sur l'eau :

1. des systèmes utilisant du métal, du nylon ou du fil de fer monofibre (une grille de 2,5 à 6 mètres arrête la plupart des goélands; un système de 3 à 4 mètres arête la plupart des oiseaux aquatiques),
2. filets fins,
3. bande de signalisation,
4. balles en plastic qui flottent sur l'eau, qui rendent l'eau inaccessible aux oiseaux.

Tonte de l'herbe

Gestion de l'herbe

La mosaïque de végétation traditionnelle des aéroports comprend de vastes étendues d'herbe. Bien qu'esthétique, facile à entretenir et fonctionnelle—en absorbant l'eau de pluie et fonte de la neige—l'herbe est probablement ce qui attire le plus les oiseaux aux aéroports. Les champs d'herbe sont l'habitat d'un grand nombre d'espèces d'oiseaux présentant un risque élevé, en leur assurant une sécurité pendant qu'ils se nourrissent, qu'ils se reposent et qu'ils se reproduisent. Compte tenu de leur abondance dans les aéroports—et l'éventail de la faune qu'ils abritent—on s'attendrait à ce qu'il existe de nombreuses données permettant une gestion de l'herbe. Malheureusement, ce n'est pas le cas, et les biologistes et les agents de gestion de la faune des aéroports ne sont pas d'accord sur la façon de gérer les espaces herbeux.

Dans la plupart des aéroports d'Amérique du Nord, on consacre d'importantes ressources d'entretien à des programmes de tonte pour garder l'herbe côté piste à une hauteur relativement courte à des fins esthétiques. Mais des programmes qui maintiennent l'herbe assez longue, adoptés dans d'autres parties du monde avec succès, sont progressivement appliqués en Amérique du Nord. Des espèces dangereuses comme les goélands, les oiseaux aquatiques et les étourneaux utilisent les terrains où l'herbe est courte pour se nourrir et comme refuge. Le fait de laisser pousser l'herbe comporte plusieurs avantages :

- les oiseaux ont plus de difficulté à trouver de la nourriture, comme les vers et les insectes dans de l'herbe longue et dense,
- surtout peut-être, les oiseaux ne peuvent pas voir aussi bien ce qui les entoure et ne peuvent pas détecter facilement les prédateurs éventuels,

- les oiseaux n'ont pas l'espace nécessaire pour atteindre le rythme de battement des ailes suffisant pour décoller.

La U.S. Air Force exige maintenant que les terrains d'aviation herbeux soient coupés entre 17 et 35 cm. Ces dernières années, l'Aéroport international de Vancouver a lancé un programme expérimental utilisant le roseau alpiste maintenu dans certains endroits à une hauteur de plus de 75 cm. Les observations indiquent une réduction importante de l'utilisation par les oiseaux. Transports Canada recommande normalement de couper l'herbe à des longueurs allant de 10 à 15 cm, mais une modification au Manuel de procédures de gestion de la faune recommandera des études spécifiques aux sites pour déterminer la hauteur la plus efficace.

Avant la mise en œuvre d'un programme de ce genre, il faudra prendre soin de tenir compte de la possibilité d'une augmentation des dangers secondaires. Les terrains d'herbe haute peuvent réduire le nombre des goélands et des étourneaux, mais peuvent créer de nouveaux habitats pour d'autres espèces comme les oiseaux qui nichent à terre et les petits mammifères comme les campagnols, les lièvres et les lapins. Le nombre des prédateurs peut augmenter, notamment les faucons, les hiboux et les coyotes. De plus, le ministère de l'Agriculture des États-Unis va à l'encontre de ce que l'on admet habituellement en déterminant que les oies du Canada ne sont pas dissuadées par l'herbe haute. En fait, chaque aéroport présente ses propres problème de gestion de la faune. Le succès de la gestion de la faune dépend de la connaissance, de la flexibilité et de la volonté d'essayer diverses solutions. Il est essentiel de déterminer les espèces dangereuses et de fixer des priorités avant de cibler une espèce en particulier.

Tout en exigeant un certain entretien, les programmes d'herbe haute—selon certains exploitants d'aéroport—sont moins onéreux à appliquer. Pourtant les régimes de coupe qui leur sont propres peuvent exiger un nouvel équipement. Il peut falloir également que l'herbe sèche coupée soit nettoyée périodiquement de façon à ne pas former du chaume épais. Le chaume accumulé tue le gazon et accroît la diversité végétale, ce qui peut attirer de nouvelles espèces fauniques—et créer des risques d'incendie. Les difficultés associées à la coupe de l'herbe haute peuvent être atténuées partiellement en appliquant des produits chimiques qui empêchent la croissance une fois que l'on a obtenu la hauteur souhaitée. Des applications de produits chimiques peuvent être également nécessaires pour réduire les mauvaises herbes à grandes feuilles, les graines et les insectes.

Dans de nombreuses régions du Canada et des É.-U., le sol et les conditions climatiques locales ne permettent pas de garder de l'herbe haute. Dans ce cas, on peut adopter une méthode fondée sur la pauvreté du sol—comme celle employée sur les bases aériennes militaires des Pays-Bas. La faible bioproductivité du sol limite le nombre des oiseaux. La gestion par la pauvreté du sol est la pratique par laquelle on laisse les mauvaises herbes et autre végétation peu esthétique prendre le dessus—cette méthode mérite d'être envisagée dans des régions arides, les prairies et les régions plus septentrionales du Canada et des É.-U.

L'importance des habitats herbeux dans les aéroports nord-américains et leur attrait pour des espèces à haut risque font des programmes de gestion axés sur l'herbe haute un choix logique pour réduire le nombre des oiseaux. De toute façon, il faudra approfondir la recherche en rapport avec le milieu aéronautique.

Gestion des habitats hors de l'aéroport : coordination avec les collectivités

Nombre de projets courants d'aménagement du territoire et d'utilisation des terrains dans le voisinage des aéroports n'avaient jamais été prévus au moment de la construction initiale des aéroports dans la majorité des cas. Il est donc nécessaire de donner la parole aux exploitants d'aéroports dans le processus d'aménagement du territoire pour qu'ils collaborent avec les administrations municipales, les autorités de planification, les intérêts commerciaux et l'industrie agricole. La gestion des terrains près des aéroports peut avoir un effet spectaculaire sur l'efficacité des programmes de gestion de la faune.

L'existence de bons rapports avec les parties intéressées voisines est la première étape essentielle de la protection des intérêts de l'aéroport et de ses clients puisque beaucoup de responsables de l'aménagement des terres des collectivités ne savent pratiquement rien des répercussions que les utilisations des terrains hors de l'aéroport sont susceptibles d'avoir sur la sécurité des aéronefs. À cet égard, les programmes de sensibilisation destinés aux principaux intervenants des collectivités sont particulièrement efficaces car ils leur font connaître les questions de sécurité aérienne et de responsabilité associées à une mauvaise utilisation des terres.

Les publications de Transports Canada *Utilisation des terrains au voisinage des aéroports* (TP1247) et *Aérodromes – Normes et Pratiques recommandées* (TP312) offrent des directives sur la gestion de la faune hors des limites aéroportuaires, précisant les utilisations des terrains qui ne sont pas compatibles avec l'exploitation sans danger des aéroports et des aéronefs. Ces informations sont essentielles aux exploitants d'aéroports et à l'élaboration de bons programmes de gestion de la faune. Le Tableau 8.4 donne une liste d'utilisations de terrains que Transports Canada juge incompatibles avec l'exploitation aérienne en toute sécurité.

Solutions aux préoccupations en matière d'utilisation des terrains

Il existe un certain nombre de moyens de protéger à un degré raisonnable les aéroports contre les utilisations de terrains incompatibles :

- les exploitants des aéroports peuvent appliquer des règlements fédéraux de zonage des aéroports et des règlements municipaux qui restreignent certaines utilisations des terrains.
- les propriétaires de terrains mal utilisés peuvent volontairement réduire les risques associés à ces utilisations en en modifiant l'emplacement, la conception et le mode d'exploitation.

Agriculture	**Aires de loisirs**
Cultures (céréales, plantes fourragères, légumineuses	Cinémas pour automobilistes
Parcs d'engraissement du bétail, fermes porcines	Terrains de golf
Pâturages	Marinas
Labourage, fenaison, récoltes	Aires de pique-nique
Vignobles	Restaurants en plein air
Vergers, exploitation de petits fruits	Plages
	Pistes de course de chevaux
Transformation des aliments	
Abattoirs	**Aires de concentration de la faune**
Usines de transformation du poisson côtières	Refuges fauniques
Point de rejet des déchets de poisson	Postes d'alimentation des oiseaux
	Colonies d'oiseaux nidifiants
Installations de déchets	Sites dortoirs
Barges à déchets	Sites de repos (mouettes sur toits plats,
Décharges publiques	dans terrains de stationnement)
Postes de transfert des déchets	
Lieux d'enfouissement contenant des	**Aires naturelles**
déchets organiques	Marais/marécages
Installations de compost	Battures de vase/rivages
	Broussailles ou boisés
Plans d'eau	Haies
Étangs d'eaux usées	Habitats riverains
Point de rejet des eaux usées	
Bassins d'oxygénation	
Bassins de retenue des eaux de ruissellement	
Réservoirs et lacs	

Tableau 8.4 Utilisations des terrains susceptibles de produire une menace faunique dans le voisinage des aéroports

Quelle que soit la méthode choisie, il est essentiel d'établir un dialogue sérieux et productif entre l'exploitant de l'aéroport et les parties prenantes de la collectivité voisine.

Règlements de zonage des aéroports et d'aménagement du territoire

En vertu de la Loi sur l'aéronautique, article 5.4 (2), des Règlements de zonage des aéroports peuvent être pris pour interdire les usages de terrains ayant été identifiés comme dangereux pour l'utilisation des aéronefs. À ce jour, 55 aéroports du Canada ont une clause d'élimination des déchets dans leurs règlements de zonage – clauses dérivées des directives de Transports Canada qui figurent dans la publication TP1247, *Utilisation des terrains au voisinage des aéroports*.

Dans les directives de Transports Canada, les utilisations de terrains jugées extrêmement dangereuses sont par exemple :

- les sites d'enfouissement des déchets de cuisine,
- les décharges publiques,
- les usines côtières de transformation du poisson,
- certaines activités agricoles qui risquent soit d'attirer les oiseaux soit de nuire à la visibilité des avions en vol.

Si les aéroports font l'objet de règlements de zonage, ces utilisations de terrains sont interdites dans un rayon de huit kilomètres de leurs coordonnées. Les directives précisent aussi certaines utilisations de terrains moyennement dangereuses :

- les parcs d'engraissement,
- certaines pratiques agricoles,
- les activités commerciales comme les théâtres en plein air,
- les habitats naturels gérés ou complétés,
- les sanctuaires de sauvagine migratrice,
- les postes d'alimentation,
- les réserves de mammifères désignés.

Ces utilisations ne sont pas recommandées dans un rayon de 3,2 kilomètres ou moins des coordonnées d'un aéroport. D'autres utilisations de terrains qui ne sont également pas recommandées dans ce rayon comprennent :

- les bassins de stabilisation des eaux usées,
- les tas de fumier,
- les déchets d'aliments provenant de restaurants et d'aires de pique-nique,
- les terres fraîchement cultivées ou labourées.

Bien que ces utilisations soient jugées moyennement dangereuses, les directives de Transports Canada offrent et recommandent des mesures correctrices considérées comme des solutions de rechange à leur exclusion.

En même temps, nombre d'études sur les déplacements des mouettes ont montré qu'elles peuvent facilement parcourir 60 kilomètres entre les sites de repos et les sources de nourriture attrayantes. Le fait d'imposer l'aménagement d'un nouveau site d'enfouissement à l'extérieur de la zone protégée de 8 km ne contribuera peut-être pas beaucoup à lutter contre le péril aviaire si les aéroports se situent entre ces sites. En réponse à ce problème, Transports Canada, dans *Aérodromes – Normes et Pratiques recommandées* (TP312), recommande que les sites d'élimination des déchets – et tout autre site constituant une source de nourriture – dans un rayon de 15 km de l'extrémité d'une piste, soient supprimés ou interdits à moins qu'une étude du péril aviaire n'indique que ces sites ne sont pas susceptibles de poser un problème.

Les dispositions de TP1247 et TP312 ne fournissent malheureusement pas une protection à toute épreuve. Les règlements de zonage ne s'appliquent pas aux installations qui étaient en place avant leur adoption; les coûts élevés associés au zonage peuvent également en faire une solution peu économique. En outre, les installations mal gérées à l'extérieur de la zone protégée – comme les sites d'enfouissement – risquent de présenter des dangers importants en raison de leur tendance à attirer de grands nombres d'oiseaux dont certaines espèces ont un comportement très variable et imprévisible.

Mise en œuvre volontaire de mesures de protection

Les terrains inutilisés devenant rares, des installations à risque élevé sont souvent aménagées à proximité d'aéroports. Dans de tels cas, les exploitants d'aéroports devraient exercer une influence sur les phases de conception et de construction de ces installations et de délivrance des permis d'exploitation. Un programme de sensibilisation au péril aviaire bien présenté constitue également un outil utile dans ces circonstances car il permet d'assurer que tous les intervenants – y compris les autorités chargées des permis et de la réglementation – connaissent les dangers éventuels. Il est dans l'intérêt de l'aéroport et de sa clientèle de mener des études sur le péril aviaire avant la conception et l'approbation des sites susceptibles de présenter un risque élevé. Des interventions constructives persistantes de la part de l'exploitant de l'aéroport peuvent assurer le respect volontaire des critères de sécurité établis pour l'aéroport. En outre, les exploitants d'aéroports ont la possibilité de faire appel aux données souvent fournies dans les études écologiques, les analyses de risque et les plans de gestion qui peuvent être exigées par la loi.

Voici quelques-uns des critères et des conditions auxquels sont assujettis les permis d'exploitation d'utilisations de terrains incompatibles à l'extérieur des aéroports :

- programmes de gestion de la faune ;
- normes d'exécution de gestion de la faune ;
- possibilité de modification de la conception des installations ;
- possibilité de modification du mode d'exploitation des installations ;
- gestion appropriée des habitats aux installations ;
- garantie de bonne exécution pour assurer le nettoyage et les réparations si les exploitants des installations ne respectent pas leurs obligations ;
- autorisation des exploitants de l'aéroport à inspecter et à suivre l'exploitation des installations.

La bonne gestion de l'utilisation dangereuse de terrains à l'extérieur des aéroports est possible une fois que les études sont faites et que des mesures de protection ont été déterminées. Comme toujours, les directeurs d'aéroports doivent demeurer vigilants, établir des procédures et les réviser pour s'assurer que leurs efforts de réduction des risques associés à ces utilisations sont appropriés et proactifs.

Aménagement des terres à l'extérieur des limites aéroportuaires : trois études de cas

ÉTUDE DE CAS 1

Implantation volontaire de mesures d'atténuation à l'aéroport international de Winnipeg

En 1994, les autorités de l'aéroport international de Winnipeg (AIW) ont reconnu qu'un projet de décharge risquait de poser un péril aviaire. La société BFI Waste Systems avait obtenu un permis provincial l'autorisant à construire un nouveau site d'enfouissement. Le site devait être situé tout juste à l'extérieur de la zone de huit kilomètres de protection contre le péril aviaire pour la piste 18-36, mais se trouvait cependant directement sous l'axe d'approche de la piste 18 et sous l'axe de départ de la piste 36.

Les autorités de l'AIW craignaient la présence de vols tournoyants de goélands dans les colonnes d'air au-dessus du site proposé. À l'étape de la planification, des discussions ont eu lieu entre les intervenants clés, notamment BFI, Transports Canada, l'exploitant de l'aéroport, les associations de pilotes de ligne et le ministère de l'Environnement du Manitoba. Ces discussions ont débouché sur diverses études et sur l'implantation volontaire par BFI de mesures d'atténuation, dont les suivantes :

- réduction de la taille du front de décharge pendant les activités quotidiennes;
- recouvrement des déchets pendant l'entassement;
- replantation des zones de sol remanié;
- drainage de toutes les étendues locales d'eau stagnante;
- implantation d'un programme énergique de gestion des oiseaux visant à les décourager de s'alimenter ou de traîner sur le site.

Le site de décharge est en opération depuis l'automne de 1996 et à ce jour les risques associés aux oiseaux semblent être bien gérés.

ÉTUDE DE CAS 2

Planification coordonnée de l'utilisation des terrains à proximité de l'aéroport international MacDonald-Cartier

Pendant plusieurs années, l'exploitant de l'aéroport s'est efforcé d'informer les autorités municipales des problèmes particuliers de péril aviaire que posait l'utilisation des terrains à proximité de l'aéroport. Par suite de ces efforts, les deux municipalités avoisinantes (Gloucester et Nepean) ont conclu des ententes avec l'exploitant de l'aéroport afin d'assurer la tenue de consultations avant l'approbation de tout projet d'aménagement des terrains risquant d'avoir des incidences sur l'aéroport. Le plan officiel de la municipalité de Nepean stipule que le directeur de l'aéroport « *sera consulté au sujet de tout plan d'aménagement*

de nouveaux sites d'enfouissement des déchets risquant d'avoir des répercussions sur l'aéroport ». [traduction]

En 1993, la municipalité de Nepean a informé l'aéroport d'un projet de construction de quatre bassins de retenue des eaux de pluie au sud de l'aéroport. Ces bassins étaient prévus dans le cadre d'une stratégie de contrôle du drainage urbain pour une nouvelle agglomération résidentielle. Le concept initial prévoyait des zones humides et de grands bassins permanents. Après avoir étudié le plan, l'exploitant de l'aéroport a formulé des préoccupations, soit que ces bassins risquaient d'augmenter l'activité des oiseaux à proximité de l'aéroport et que le bassin le plus grand était mal situé par rapport à un projet de piste parallèle.

Au cours de discussions entre l'exploitant de l'aéroport et la municipalité de Nepean, les parties ont convenu qu'il fallait décourager la faune d'utiliser les bassins. La municipalité a d'abord entrepris une étude de base pour connaître le nombre et les espèces d'oiseaux à risque présents dans la région d'Ottawa et qui pourraient être attirés par les bassins. On a également relevé les trajectoires de vol de ces oiseaux, ainsi que la probabilité qu'ils utilisent les bassins. Finalement, on a modifié la conception et l'aménagement paysager pour empêcher une intensification de l'activité des oiseaux à proximité des bassins.

Au nombre des mesures d'atténuation prévues dans le projet remanié figurent les suivantes :

- aménagement de pentes escarpées pour réduire les étendues d'eau peu profonde;
- gestion rigoureuse des déchets sur le site;
- imposition d'amendes aux personnes qui nourrissent les oiseaux;
- réduction des fluctuations de niveau d'eau pour réduire l'exposition de sol dénudé humide;
- surveillance des populations d'oiseaux;
- ajustement des mesures d'atténuation, au besoin.

ÉTUDE DE CAS 3

Solutions novatrices et respectueuses de l'environnement à l'aéroport international de Vancouver

L'aéroport international de Vancouver est situé sur l'île Sea, formation plane de delta créée par l'accumulation des sédiments alluviaux de l'estuaire où les eaux douces du fleuve Fraser se déversent dans les eaux salées de l'océan Pacifique. Ces caractéristiques physiques particulières offrent un milieu riche à de nombreuses espèces animales. Au cœur de la saison de migration, on a recensé jusqu'à 1,4 million d'oiseaux dans le delta du Fraser; plus de 250 000 oiseaux aquatiques hivernent dans l'estuaire, qui héberge aussi les concentrations d'hivernage les plus élevées de rapaces et de grands hérons au Canada.

Au début des années 1990, lorsqu'on a entrepris de formuler les plans de construction à l'aéroport d'une piste parallèle, des mesures ont été prises (sous l'égide d'un comité directeur) pour évaluer les risques associés aux impacts d'oiseaux. Le développement urbain ayant continuellement empiété sur les habitats naturels du fleuve Fraser, l'on songeait à désigner comme aire de conservation de la faune les terrains adjacents à l'aéroport. Des négociations ont permis de développer l'aire de conservation en compensation de l'habitat perdu par la construction de la nouvelle piste. Diverses études ont permis d'assurer que la construction et l'établissement de la zone de conservation n'entraveraient ni la sécurité aérienne ni la protection de l'habitat, notamment les suivantes :

- une étude de la faune terrestre et aviaire de l'île Sea et des régions environnantes;
- une analyse des interactions entre les oiseaux et les avions sur l'île Sea;
- une évaluation de l'efficacité du programme de gestion de la faune à l'aéroport.

Une étude de sécurité réalisée en 1994 conclut que les transformations en cours de l'écosystème complexe de l'île Sea susciteraient un grand éventail de modifications imprévisibles du comportement des populations locales d'oiseaux. L'équipe d'experts en sécurité estimait que les autorités aéroportuaires, plusieurs ministères gouvernementaux et divers groupes d'intérêt locaux et nationaux devaient concevoir et mettre en œuvre un plan d'action dynamique, sans quoi les changements provoqueraient des risques indus.

Les recommandations visaient principalement la nécessité de gérer la coexistence d'utilisations mutuellement incompatibles des terrains.

Le succès n'a pas été atteint facilement, mais les intervenants ont pu résoudre tous les problèmes et ont pu élaborer un plan intégral de gestion de l'aire de conservation de l'île Sea. De plus, l'exploitant de l'aéroport a élargi le programme de gestion de la faune de l'aéroport. Des études de sécurité indépendantes sont effectuées régulièrement depuis 1994, et les résultats indiquent que le risque élevé d'impacts d'oiseaux dans l'estuaire du fleuve Fraser a été jusqu'ici réduit avec succès grâce à la participation pleine et entière des intervenants clés.

Gestion active de la faune : effrayer et éloigner la faune

Les meilleures initiatives en matière de gestion de l'habitat ne résoudront pas tous les problèmes de la faune aux aéroports. Chaque espèce a son propre comportement, ses préférences en matière d'habitat, ses préférences alimentaires, ses habitudes de repos et de sommeil, ses tendances de regroupement, ses cycles d'activité quotidienne et ses périodes de migration. Pour toutes ces raisons, les interventions de la gestion quotidienne active sont des éléments essentiels des programmes de gestion de la faune. De nombreuses techniques ont été mises au point, en particulier pour effrayer, harceler et éloigner la faune d'un endroit particulier à l'intérieur de l'aéroport.

La gestion active de la faune comporte deux exigences précises. La première – et la plus critique – est la nécessité d'une efficacité à long terme. Ces techniques doivent être de nature scientifique et variées dans leur présentation pour réduire la probabilité que la faune s'habitue aux mesures visant à les décourager.

Les techniques actives doivent également viser à empêcher les espèces dangereuses de s'installer sur les terrains d'aviation, et le déplacement d'oiseaux ou de mammifères d'une partie d'un terrain d'aviation vers un autre n'est pas une solution acceptable. Il est essentiel de pouvoir contrôler les aires et les lieux d'habitation. Par exemple, on peut créer, plutôt que de supprimer, un péril aviaire possible en renvoyant des oiseaux vers une piste active.

Les oiseaux qui représentent normalement un problème et qui exigent d'être effrayés ou éloignés sont les goélands, les oiseaux aquatiques (canards, oies et cygnes), le pigeon duvet, les merles, les étourneaux, les corbeaux, les hiboux, les faucons et les bruants des neiges. Les mammifères pouvant causer des problèmes sont notamment les coyotes et les chevreuils. On dispose d'un certain nombre de produits et de techniques pour lutter contre ces groupes mais la difficulté est de déterminer les mesures les plus efficaces et les mieux adaptées.

Déterminer le produit à utiliser

Le *Manuel de procédures sur la gestion de la faune* de Transports Canada, TP11500, et la publication américaine correspondante, *Wildlife Hazard Management at Airports*, contiennent des descriptions de chaque produit utilisé dans la gestion de la faune et leur utilisation, mais très peu voire aucune comparaison objective n'en a été faite. Cela s'explique par toutes sortes de raisons qui soulignent l'absence de connaissances scientifiques appliquées dans ce domaine critique :

- De nombreux membres du personnel de la gestion de la faune ont une expérience directe de l'équipement et des techniques de contrôle de la faune, mais une bonne partie de leur connaissance et de leur expérience n'est pas publiée.
- L'information publiée n'a pas été jusqu'à présent facilement accessible.
- Les évaluations existantes sont subjectives, en partie parce qu'il est difficile de comparer les produits et les techniques pour les raisons suivantes :
  - facteurs environnementaux :
    - la disponibilité d'autres sites locaux attirants pour la faune (d'autres aires de repos et d'alimentation),
    - l'heure du jour et la période de l'année et ses effets sur le nombre et le comportement de la faune,
    - les éléments de l'habitat qui attirent la faune vers l'aéroport (alimentation, eau, nidification, aire de mise bas ou de repos nocturne);
  - des produits souvent largement inefficaces par eux-mêmes – pour des raisons d'accoutumance – mais qui peuvent être utiles dans le cadre d'un programme faisant appel à plusieurs produits;

- de nombreux produits destinés essentiellement à l'industrie agricole. Malheureusement, les exploitants d'aéroport achètent souvent ces produits en raison de leur efficacité reconnue à court terme. Mais à long terme, le produit n'a plus d'effet car la faune s'y habitue.

Il est essentiel de faire l'essai de toutes les nouvelles techniques actives de gestion de la faune prometteuses dans diverses conditions, en utilisant des méthodes scientifiques bien conçues et de publier les résultats dans des revues examinées par les pairs.

Produits de dispersion et de dissuasion

Classés selon la façon dont ils dissuadent ou dispersent la faune, ces produits appartiennent aux catégories suivantes :

- évitement de la nouveauté,
- effet de surprise,
- appels imitant les prédateurs,
- signaux d'alerte.

Les oiseaux et les mammifères apprennent rapidement à faire la différence entre une menace et un irritant. La plupart des oiseaux ont tendance à éviter tout stimulus nouveau – comme les bruits synthétiques produits de façon électronique par des générateurs de bruit – ne sachant pas si la menace est réelle ou non. Mais certains animaux curieux peuvent d'abord chercher à savoir de quoi il s'agit, ce qui crée un danger pour les aéronefs. Une fois que la faune est habituée à un nouveau stimulus, celui-ci perd son efficacité et le rend inutile.

Bon nombre des produits les moins efficaces sont ceux qui surprennent les oiseaux ou les mammifères au moyen de chocs ou de bruits soudains. Ces dispositifs, comme les détonateurs à gaz, perdent leur efficacité une fois qu'ils deviennent un élément accepté de l'environnement et risquent davantage d'effrayer les passagers et les voisins des aéroports que les animaux.

Les produits et les techniques biologiques de contrôle de la faune – comme les épouvantails et les cerfs-volants en forme de faucon qui imitent une menace connue – tendent à être plus efficaces à long terme. La durée de l'efficacité est directement liée au réalisme, au comportement et au bruit des maquettes. Les oiseaux s'habituent rapidement à un hibou en plastic, mais moins rapidement à un hibou tenant un corbeau qui remue et qui crie. Un hibou vivant attaché à un piquet fonctionne encore mieux. Pourtant, les oiseaux et les mammifères finiront par s'habituer même à la meilleure imitation à moins de lui adjoindre occasionnellement un animal récemment tué.

De même, les signaux d'alerte qui communiquent la présence immédiate ou récente d'un prédateur – comme les cris de détresse et d'alerte, les odeurs de prédateur et des oiseaux morts artificiels– sont souvent efficaces et retardent l'accoutumance.

Aux fins de cet ouvrage, les produits et les techniques de gestion de la faune sont classés comme suit :

1. fortement recommandés,
2. partiellement recommandés,
3. non recommandés.

Cette évaluation s'appuie sur les réponses à trois questions essentielles :

- Existe-t-il une bonne raison biologique de s'attendre à ce que le produit ou la technique fonctionne?
- Avec quelle rapidité – et dans quelle mesure – la faune s'habitue-t-elle au produit ou à la technique?
- Les mesures sont-elles économiques et pratiques?

Produits et techniques fortement recommandés

Quelques produits et techniques sont fortement recommandés et doivent constituer les éléments essentiels d'un bon programme actif de gestion de la faune aux aéroports. Ils assurent une efficacité à long terme et ne mènent pas à une accoutumance importante s'ils sont appliqués correctement, mais ils exigent la participation fréquente d'un personnel qualifié et motivé.

Techniques actives de gestion :

- pyrotechnie,
- fauconnerie,
- cris de détresse et d'alerte,
- coups de feu.

Ces mesures peuvent être complétées par certaines techniques faisant partie de la liste des produits partiellement recommandés. Par exemple, on peut compléter la pyrotechnie par des goélands empaillés. La fauconnerie, qui est quelque peu controversée et ne convient pas dans certains cas, peut être une technique utile si elle est bien appliquée. Les fauconniers compétents et expérimentés utilisent aussi d'autres techniques afin de mettre au point une approche globale.

Partiellement recommandés

La majorité des produits et techniques de gestion de la faune appartiennent à cette catégorie. Ils sont capables de repousser et de disperser les oiseaux et les mammifères, mais leur application est limitée et comportent des problèmes d'accoutumance et de mise en oeuvre. Ces produits sont plus efficaces lorsqu'ils font partie d'un programme intégré.

Cette catégorie comprend plusieurs répulsifs auditifs, visuels et chimiques. Les oiseaux s'habituent assez rapidement aux détonateurs à gaz et autres produits semblables, mais

on peut en améliorer l'efficacité en évitant d'utiliser des minuteries automatiques – l'élément de surprise est en effet essentiel.

Les cris de détresse et d'alerte du Phoenix Wailer® seront sans doute plus efficaces que les ultrasons et les bruits électroniques synthétiques également diffusés par ces dispositifs. De même, les bruits synthétiques produits par le AV-Alarm® n'ont aucun équivalent biologique – au-delà de la nouveauté et de l'effet de surprise qu'ils créent – et risquent de faire l'objet d'une rapide accoutumance. Le Bird Gard AVA® et le Bird Gard ABC® sont des diffuseurs de cri de détresse qui comportent un petit répertoire de cris de détresse et d'alerte d'un nombre limité d'espèces.

Les répulsifs les plus visuels sont les épouvantails, les bandes réflectives, les spécimens de prédateurs, les cerfs-volants en forme de faucon et les ballons ainsi que les spécimens de goéland, mais ils peuvent également faire l'objet d'une accoutumance. Les répulsifs chimiques peuvent être efficaces, mais seulement dans des applications bien précises. Il s'agit notamment :

- des produits d'aversion tactile, comportementaux et de goût comme le ReJeX-iT® et le Flight Control®,
- les produits chimiques de lutte contre les vers de terre comme le Benomyl, Tersan, Terraclor.

D'autres répulsifs alimentaires aviaires, notamment le Flight Control® – semblent très prometteurs, selon les rapports du ministère de l'Agriculture des États-Unis. Les enregistrements de cris de prédateurs et les sites de diversion peuvent être utiles dans certains cas de gestion des oiseaux, mais n'ont pas fait l'objet d'essais suffisants. Les surfactants et les pulvérisations d'eau peuvent servir dans des applications limitées.

Les modèles d'aéronef peuvent être également de bons outils de gestion aviaire, mais ils demandent un effectif important et doivent être utilisés par des personnes très qualifiées. Bien que l'on ne puisse pas utiliser ces dispositifs près des pistes et des aires de circulation actives, ils sont très prometteurs pour la gestion des oiseaux qui s'envolent à de hautes altitudes au-dessus des aéroports, comme les faucons et les aigles.

Non recommandés

L'utilisation des bruits à haute intensité, des micro-ondes et des lasers n'est pas recommandée car les niveaux d'énergie nécessaires sont dangereux pour les humains, les oiseaux et d'autres mammifères. Peu d'espèces d'oiseau ont la capacité de détecter les ultrasons. Ceux qui le peuvent n'ont pas montré de réaction d'évitement. L'utilisation du brouillard et de la fumée n'est pas recommandée car ces techniques ne sont pas pratiques sur les terrains d'aviation. La recherche limitée effectuée jusqu'à présent sur l'utilisation des aimants, des lumières, des peintures, des bruits de moteur d'avion et des infrasons indique que ces produits ne présentent pas un potentiel intéressant pour la gestion aviaire.

Non recommandé	Recommandation limitée	Fortement recommandé
Bruit de forte intensité	Détonateurs de gaz	Pyrotechnie
Micro-ondes	Phoenix Wailer®	Fauconnerie
Lasers	AV-Alarm®	Cris de détresse et d'alerte
Ultrasons	Bird Gard AVA®	Coups de feu
Camouflage des aéronefs	Bird Gard ABC®	Piégeage et remise en
Fumée	Épouvantails	liberté à distance
Aimants	Bande réflectrice	
Lumières	Prédateurs artificiels	
Teintures	Cerfs-volants en forme	
Bruit de moteur d'avion	de buse et ballons	
Infrasons	Goélands artificiels	
	Répulsifs chimiques	
	Mousse	
	Appels de prédateurs	
	Sites de diversion	
	Surfactants et pulvérisateurs d'eau	
	Modèles réduits d'aéronef	
	Poisons	
	Chiens (Border Collies)	

Tableau 8.5 Produits et techniques de gestion de la faune- Recommandations

De nouveaux produits de gestion de la faune apparaissent régulièrement sur le marché, souvent onéreux et faisant l'objet d'une publicité intensive. Avant d'acheter et d'installer à grands frais ces produits, les exploitants devraient insister sur des essais indépendants, rigoureux et neutres plutôt que de se fier aux affirmations gratuites des fabricants.

Le tableau 8.5 présente un sommaire des produits et des techniques de gestion de la faune qui existent actuellement. Les paragraphes suivants expliquent brièvement l'utilisation de ces outils.

Élimination de la faune

L'élimination de la faune par l'abattage ou le piégeage vivant est particulièrement utile dans les cas où des oiseaux ou des mammifères individuels causent des problèmes persistants.

On piège l'animal vivant et on le relâche à une distance suffisante de l'aéroport. Bien qu'efficace, cette technique demande beaucoup de personnel, est potentiellement dangereuse et offre rarement une solution immédiate car il peut falloir plusieurs semaines pour attraper un animal.

1

2

3

4

1. Une substance gluante ou des produits semblables découragent les oiseaux de se percher.

2. Piège suédois de vautour

3. Canon de propane

4. Les modèles réduits d'avion téléguidés peuvent contribuer à disperser les oiseaux qui s'élèvent à des altitudes relativement hautes.

5

6

7

8

5. Les fils en hérisson sont très efficaces pour empêcher les oiseaux de se percher ou de faire leur nid.

6. La fauconnerie peut être un moyen très efficace de disperser les oiseaux dans le cadre d'un programme global de gestion active de la faune.

7. Divers pièges à petits mammifères

8. Bien que relativement primitive, la pyrotechnie est toujours une des méthodes les plus efficaces de gestion active de la faune.

L'abattage de la faune est généralement une solution immédiate et à court terme. Bien que déplaisante, cette solution est une technique de gestion active légitime, parfois nécessaire, et efficace lorsqu'elle est appliquée conjointement avec d'autres méthodes. Les animaux sont normalement tués par des armes à feu ou par empoisonnement. Lorsque l'utilisation des armes à feu n'est pas possible en raison de la proximité des aéronefs et des habitations voisines, on peut recourir à des programmes d'empoisonnement, exécutés par des professionnels formés et détenteurs d'un permis. On doit administrer le dosage approprié du poison uniquement à l'endroit où se trouve l'espèce visée afin de ne pas empoisonner d'autres espèces par inadvertance.

Résumé

On ne saurait assez souligner le fait qu'aucune des techniques mentionnées ci-dessus ne sera efficace à long terme à moins qu'elles ne soit bien appliquée par un personnel formé. Il n'existe pas de solution magique pour la gestion active de la faune. Tous les programmes qui fonctionnent s'appuient sur une base scientifique, sont administrés par un personnel qualifié et sont suffisamment financés.

Plan de gestion de la faune dans les aéroports (PGFA)

Les plans de gestion de la faune dans les aéroports permettent de régler les problèmes de façon systématique et coordonnée. Un bon PGFA réduit au maximum les collisions avec la faune, améliore la sécurité aérienne et réduit les coûts des dommages causés aux aéronefs. Ces plans doivent comporter des objectifs précis et être appuyés par une politique et par la haute direction des aéroports. Les PGFA doivent être également élaborés en respectant la politique de Transports Canada sur la faune aux aéroports – une politique qui confère aux exploitants des aéroports la responsabilité d'accorder les ressources nécessaires pour que les plans soient élaborés, mis en oeuvre, surveillés et exécutés, notamment le personnel, le temps nécessaire, la formation, l'équipement, les véhicules, les licences et les permis ainsi que le financement, les immobilisations et les améliorations opérationnelles à l'aéroport.

Comité de gestion de la faune des aéroports

Le mandat du PGFA dépend en grande partie de l'efficacité des comités de gestion de la faune des aéroports qui contribuent à l'élaboration, à la mise en oeuvre et à la tenue du programme. Les comités, qui jouent un rôle essentiel en tant que sources d'information sur la faune et la sécurité et comme véhicules de communication, devraient comprendre les représentants suivants :

- équipes de la haute direction de l'aéroport,
- personnel d'exploitation côté piste,
- planification côté piste,
- sécurité côté piste,
- personnel de l'environnement,
- locataires,

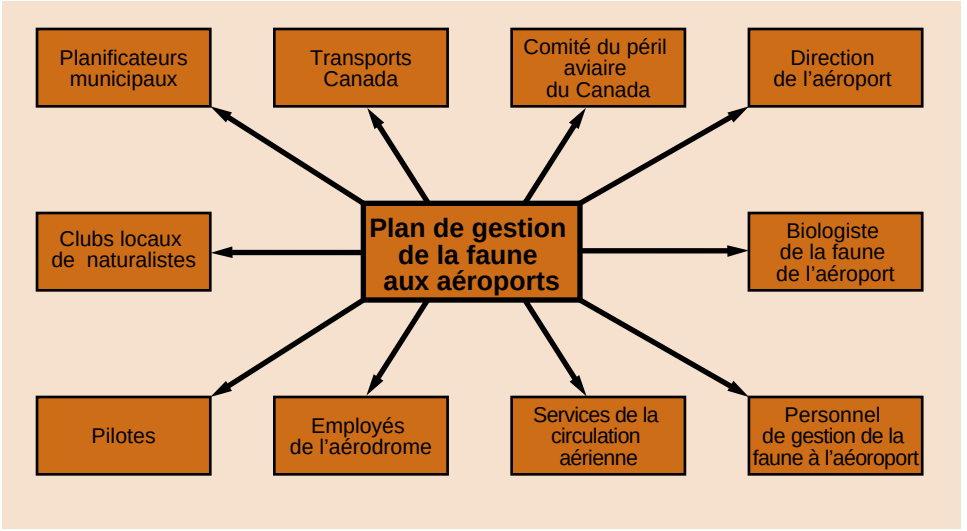

Planificateurs municipaux
Transports Canada
Comité du péril aviaire du Canada
Direction de l'aéroport
Clubs locaux de naturalistes
Plan de gestion de la faune aux aéroports
Biologiste de la faune de l'aéroport
Pilotes
Employés de l'aérodrome
Services de la circulation aérienne
Personnel de gestion de la faune à l'aéoroport

Figure 8.1 Intervenants devant participer à l'élaboration, la mise en œuvre et l'exécution du Plan de gestion de la faune aux aéroports

- personnel d'entretien au sol,
- services d'intervention d'urgence (SIU),
- fournisseurs d'ATS,
- personnel de gestion de la faune,
- biologistes membres du personnel ou à contrat,
- exploitants aériens qui utilisent l'aéroport,
- responsables de l'utilisation des terres locales.

Participants au plan de gestion de la faune des aéroports

Tout au long de cet ouvrage, nous avons insisté sur l'importance d'établir des partenariats entre l'aéroport et les collectivités dans le cadre du PGFA. Tous les intervenants doivent être considérés comme des ressources précieuses, essentielles à l'intégrité d'une approche fondée sur la sécurité du système. La figure 8.1 identifie les intervenants qui contribuent normalement à la mise en oeuvre d'un PGFA efficace. Le texte ci-dessous contient des renseignements sur les rôles et les responsabilités des divers intervenants.

Comité du péril aviaire du Canada (CPAC)

Le CPAC est un organisme national qui permet de discuter des questions liées à la réduction des collisions avec la faune au Canada. Les membres permanents sont Transports Canada, le ministère de la Défense nationale, Santé Canada, le Musée canadien de la nature et le Service canadien de la faune. Les membres associés sont les grandes compagnies aériennes canadiennes, les associations de l'industrie aéronautique et d'autres parties intéressées. Le CPAC est associé au Bird Strike Committee USA – les deux comités se réunissent une fois par an.

Transports Canada

Le ministère fédéral est responsable d'élaborer et de faire appliquer les règlements, normes et lignes directrices concernant l'exploitation en toute sécurité des aéroports. Transports Canada donne des conseils aux aéroports sur les programmes de gestion de la faune. Le Ministère offre également une formation et des documents de sensibilisation pour aider le personnel de l'industrie aéronautique à acquérir et à améliorer les compétences et les techniques nécessaires à la gestion du péril faunique.

Biologistes de la faune aux aéroports

Ces scientifiques sont responsables des aspects biologiques des PGFA. Ils surveillent les modifications de l'habitat et les initiatives de la gestion active de la faune. De plus, les biologistes supervisent la mise en oeuvre du PGFA et rendent compte de son efficacité au comité de gestion de la faune aux aéroports.

Personnel de la gestion de la faune

Ce personnel est responsable de l'application quotidienne des PGFA, de veiller à ce que le terrain de l'aéroport soit exempt de toute faune et de mettre en oeuvre les techniques de gestion de la faune appropriées. Ce personnel doit être qualifié pour utiliser les équipements et les techniques de gestion active. De plus, il doit rendre compte de la gestion de l'habitat dans les aéroports aux biologistes de la faune de l'aéroport. Le personnel de gestion de la faune prépare et examine les rapports de collision avec la faune et les dossiers quotidiens des PGFA afin de déterminer les mesures à prendre. Le personnel de gestion de la faune communique également avec les groupes de pression locaux afin d'assurer la meilleure sécurité possible et pour que les aéroports et les collectivités avoisinantes entretiennent de bonnes relations.

Fournisseurs de services de la circulation aérienne (ATS)

Les fournisseurs d'ATS représentent le lien fondamental entre les travailleurs côté piste, le personnel de gestion de la faune et les pilotes. Ils communiquent immédiatement leurs observations sur l'activité de la faune ainsi que celles des pilotes et des personnes travaillant sur le terrain d'aviation au personnel de gestion de la faune. Le personnel des ATS transmet aux pilotes les renseignements sur l'activité de la faune qui sont critiques pour la sécurité et coordonne les activités de gestion de la faune pour que la circulation aérienne soit sûre et efficiente.

Travailleurs des aérodromes

Les travailleurs des aérodromes comprennent tous les autres employés des aéroports qui ont accès au terrain d'aviation. Ils sont responsables de signaler toutes les activités de la faune aux ATS et au personnel de gestion de la faune. Certains de ces travailleurs sont également responsables de certains aspects de la gestion de la faune active et d'autres activités de gestion de la faune, comme la tonte de l'herbe et la modification de l'habitat.

Pilotes

Compte tenu de leur perspective unique, les pilotes peuvent observer de nombreuses activités de la faune, signaler les collisions et la présence de faune aux fournisseurs d'ATS et au personnel de gestion de la faune. Les représentants des pilotes au comité de gestion de la faune des aéroports devraient provenir de tous les milieux de la collectivité aéronautique, notamment les pilotes d'aéronefs commerciaux, de giravions et de l'aviation générale.

Exploitants des aéroports

Il incombe aux exploitants des aéroports de s'assurer que tout le personnel est au courant des périls aviaires. Les exploitants doivent également offrir une orientation, de l'information et des ressources suffisantes pour la bonne mise en oeuvre des PGFA. Les exploitants jouent un rôle actif au comité de gestion de la faune des aéroports et sont directement responsables de gérer le péril faunique et d'assurer la sécurité du public. Compte tenu de son devoir de diligence, la direction doit vérifier que toutes les précautions raisonnables ont été prises pour éviter les collisions avec la faune et que des ressources suffisantes sont accordées pour appliquer les mesures d'atténuation.

Planificateurs municipaux

Ces professionnels planifient l'utilisation des terres au voisinage des aéroports et – dans les cas où la municipalité est le propriétaire et l'exploitant de l'aéroport – dans l'aéroport. La planification doit tenir compte des règlements, normes, lignes directrices et politiques. Les planificateurs sont en mesure d'influencer l'emplacement, la conception et l'exploitation des installations susceptibles de contribuer au péril aviaire à l'aéroport. Ces professionnels doivent donc avoir une bonne connaissance des questions fauniques et éviter les utilisations incompatibles des terres dans l'aéroport et dans le voisinage.

Clubs locaux de naturalistes

Les groupes d'observation des oiseaux et les clubs de chasse sont des bonnes sources d'information sur la faune locale. Ces groupes de naturalistes peuvent souvent donner des renseignements impressionnants sur la population des oiseaux, notamment à partir du recensement des oiseaux de Noël et des listes d'espèces tenues par les ornithologues amateurs locaux.

Organismes gouvernementaux

Les gouvernements fédéral, provinciaux et municipaux doivent participer à l'élaboration et à la mise en oeuvre des PGFA. L'échange d'information qui en résultera améliorera l'approche axée sur la sécurité du système et garantira la conformité du PGFA aux règlements applicables.

Processus des PGFA

L'objectif global des PGFA étant de réduire le péril faunique, ses objectifs doivent être clairs, réalistes et aussi détaillés que possible. Il faut fixer des délais et des étapes ainsi

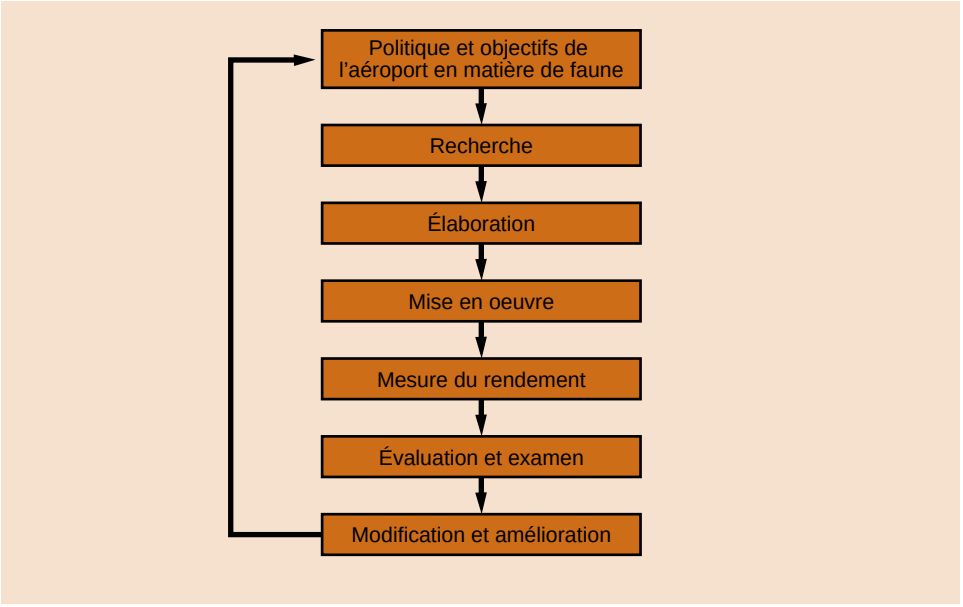


Figure 8.2 Diagramme montrant le processus d'élaboration, de mise en œuvre et d'exécution d'un Plan de gestion de la faune aux aéroports (PGFA)

qu'un processus de vérification et d'examen structuré. Les PGFA doivent comporter des méthodes précises de gestion de la faune et des instructions sur leur utilisation.

Les PGFA doivent définir les rapports hiérarchiques, affecter les responsabilités et établir des réseaux de communication à la fois pour les activités de routine de gestion de la faune et les situations d'urgence. Ces plans doivent également définir les budgets, les exigences de dotation, la formation du personnel et les besoins de mise à jour, les besoins d'équipement ainsi que les exigences relatives aux licences et aux permis.

Compte tenu de la nature dynamique des aéroports et des écosystèmes voisins – et des nouveaux besoins de l'industrie aéronautique – les PGFA doivent constamment être évalués.

Bien que pouvant être encore divisés, voici les sept éléments essentiels d'un PGFA :

- politiques et objectifs de l'aéroport en matière de faune,
- recherche,
- élaboration,
- mise en oeuvre,
- mesure du rendement,
- évaluation et examen,
- modification et amélioration.

On trouvera à la figure 8.2 le processus utilisé pour élaborer, mettre en oeuvre et exécuter un plan de gestion de la faune aux aéroports.

Politiques et objectifs de l'aéroport en matière de faune

Les exploitants des aéroports sont responsables d'élaborer les politiques sur la gestion de la faune qui tiennent compte des éléments suivants :

- problèmes locaux causés par la faune,
- litige possible en cas de graves collisions avec la faune,
- règlements, normes, politiques et directives de Transports Canada.

Il faut clairement établir dans les plans les objectifs de gestion de la faune qui reflètent l'engagement de la haute direction à l'égard des programmes.

Recherche

Sans une bonne compréhension de la nature et de la portée des problèmes éventuels, des dangers spécifiques peuvent être négligés et la sécurité aérienne compromise. C'est pourquoi il faut que les PGFA s'appuient sur une information exacte provenant des sources suivantes :

- données sur les collisions avec la faune,
- statistiques sur les mouvements des aéronefs,
- types d'aéronefs,
- procédures d'entretien au sol,
- inventaires de la faune et études écologiques.

Bien que cette information soit facilement accessible, il peut falloir collecter et analyser des données. Les inventaires de la faune aux aéroports et les mouvements d'oiseaux locaux ne sont souvent disponibles qu'à la suite d'études officielles conçues et supervisées par un biologiste.

Les PGFA doivent respecter un grand nombre de lois fédérales, provinciales et municipales. On trouvera à l'annexe D une liste des lois et des règlements canadiens et américains. Sans être exhaustive, cette liste donne une bonne idée des diverses lois qui régissent les PGFA.

Élaboration

Dans la mesure où les PGFA doivent accorder la priorité aux activités de gestion de la faune, le personnel chargé de cette question est chargé d'élaborer le plan avec l'appui de l'exploitant de l'aéroport.

Mesures de gestion à long terme et à court terme

Les mesures de contrôle à long terme comprennent des techniques passives de gestion de la faune comme les grands projets de gestion de l'habitat qui rendent l'aéroport moins attirant pour la faune. Les mesures à long terme peuvent exiger des mises en

oeuvre progressives si les ressources manquent ou sont limitées, ou s'il existe d'autres projets de développement pour l'aéroport. L'élaboration de mesures à long terme nécessitera une coordination avec les locataires et d'autres intervenants de l'aéroport. Il faut se rappeler que même si les mesures à long terme peuvent dans certains cas être plus coûteuses et prendre plus longtemps à mettre en oeuvre, elles représentent une solution plus efficace et plus durable.

Les mesures de contrôle à court terme concernent les techniques actives de gestion de la faune, notamment le harcèlement, la dispersion et l'élimination. Les PGFA doivent prévoir les techniques de gestion actives à utiliser et comment leur utilisation sera coordonnée pour assurer une exploitation sûre et efficiente de l'aérodrome.

On ne peut appliquer une bonne gestion du risque faunique aux aéroports que par un processus systématique et scientifique qui associe des mesures à long terme et à court terme. Les mesures à long terme sont particulièrement efficaces dans la gestion des espèces résidentes alors que les mesures à court terme le sont davantage pour les espèces de passage. Les oiseaux migrateurs comme les oies nécessitent l'adoption ciblée de mesures à court et à long terme.

Mise en oeuvre

Toutes les parties responsables, et en particulier la haute direction, doivent participer à la mise en oeuvre des PGFA. Il faut disposer de l'équipement et de la formation appropriés et sensibiliser tous les intervenants.

Équipement

Lors de l'élaboration des PGFA, on doit compiler des listes d'équipement en indiquant le moment où un équipement particulier sera nécessaire et quels permis et licences devront être obtenus pour l'utiliser.

Formation

Avant de pouvoir mettre en oeuvre le PGFA, tout le personnel de gestion de la faune doit suivre une formation pour acquérir les connaissances et les compétences nécessaires afin d'appliquer les mesures décrites dans le plan. La formation est également offerte aux autres intervenants qui peuvent acquérir leurs connaissances sur les questions liées à la faune en participant au programme du Bird Strike Committee USA/Canada. Si les mesures de gestion nécessitent des permis aux niveaux fédéral, provincial ou municipal – comme l'autorisation d'acquisition des armes à feu – le personnel de gestion de la faune doit suivre un cours de formation pour savoir comment les obtenir.

Sensibilisation

Les PGFA efficaces dépendent d'une approche intégrée fondée sur la sécurité du système pour évaluer et gérer les dangers, comme il est indiqué au chapitre 2. Pour assurer le succès du plan, tous les intervenants doivent comprendre leur rôle particulier dans

le maintien et l'amélioration de la sécurité aérienne – une compréhension qui est acquise grâce aux programmes de sensibilisation. Ces programmes visent deux groupes particuliers : le milieu aéronautique et les voisins des aéroports.

Dans bien des cas, le milieu aéronautique est mal informé du péril que représente la faune. Ils peuvent ne pas comprendre l'intérêt de signaler les activités et les incidents liés à la faune ou comment leur rapport et leur participation contribuent à une bonne gestion du risque faunique.

L'écosystème qui entoure les aéroports a des répercussions directes sur l'efficacité des PGFA. Par conséquent, la sensibilisation au problème de la faune doit dépasser les limites de l'aéroport afin d'inclure les groupes d'histoire naturelle locaux, les planificateurs municipaux, les organismes gouvernementaux et, dans une moindre mesure, le grand public. Les programmes de sensibilisation de la collectivité peuvent contribuer à l'acquisition de données vitales, à atténuer les risques d'une utilisation dangereuse des terres à l'extérieur des aéroports et, surtout, à réfuter bon nombre des mythes concernant les programmes de gestion de la faune aux aéroports. Lorsque les exploitants d'aéroport sont obligés de tuer des chevreuils, il leur sera plus facile de le faire s'ils ont entretenu le dialogue avec les collectivités.

Il est préférable que les programmes de sensibilisation soient exécutés par le comité de gestion de la faune des aéroports, composé des principaux intervenants. Ceux-ci peuvent faire appel à leurs contacts – et aux organismes qui les représentent – pour ouvrir un dialogue permanent sur un certain nombre de questions. Leur appui est essentiel lorsque des conflits surviennent avec certains groupes. Transports Canada peut offrir de la documentation sur la sensibilisation à la faune. Ces documents comprennent des affiches, des brochures, des vidéos, le manuel de procédures sur la gestion de la faune, des cartes de migration des oiseaux et des formulaires de rapport de collision avec les oiseaux et la faune.

Mesure du rendement

La mesure du rendement sert à évaluer les PGFA et à déterminer si des améliorations ou des modifications doivent être apportées. La mesure du rendement comprend l'analyse régulière des dossiers et la vérification périodique des plans par le personnel de l'aéroport et des consultants de l'extérieur.

Tout système de mesure du rendement repose sur une tenue rigoureuse des dossiers. Certains exploitants d'aéroport hésitent à tenir des renseignements détaillés sur l'activité de la faune – en particulier sur les collisions – par crainte d'être tenus responsables en cas d'accident. Certains ont également l'impression que les données sur les collisions sont une feuille de pointage, ce qui les conduit à réduire délibérément le nombre des incidents signalés. Il est important de se rappeler que l'intégralité des données est critique pour prouver la diligence raisonnable en cas d'accident. Des PGFA élaborés, tenus et

documentés avec rigueur – en particulier ceux qui démontrent une accumulation et une analyse rigoureuse et objective des données – représentent un moyen de défense vital en cas de litige civil.

Les quatre principaux éléments d'un système approfondi de rapports sont décrits ci-dessous.

Surveillance des activités de la faune et de gestion de la faune

Les PGFA doivent comprendre des dossiers complets et exacts sur toutes les activités de gestion de la faune et les observations aux aéroports et dans le voisinage.

Un registre quotidien devrait contenir toutes les activités de gestion de la faune, notamment :

- les heures auxquelles les activités de gestion de la faune commencent;
- le nombre des oiseaux et des espèces;
- les techniques de gestion utilisées et les résultats;
- l'heure à laquelle l'activité se termine.

On devrait tenir, mettre à jour, examiner et analyser des répertoires permanents de la faune sur les terrains d'aviation afin de pouvoir fournir une information exacte et à jour. Ces répertoires contribuent à déterminer les tendances et à identifier les espèces qui peuvent devenir dangereuses. Il existe aujourd'hui des logiciels qui facilitent l'enregistrement et l'analyse des activités de gestion de la faune; les rapports que ces programmes produisent sont très utiles pour décider des changements à apporter aux PGFA.

Rapport et consignation des collisions avec la faune

On doit tenir, examiner et résumer les rapports de collision avec la faune afin d'obtenir une information exacte et à jour essentielle pour pouvoir modifier le PGFA. Tous les incidents avec la faune doivent être signalés à Transports Canada en utilisant le processus décrit à l'annexe C.

Chaque rapport doit comprendre autant de détails que possible. Même si un formulaire est incomplet, d'autres personnes peuvent présenter d'autres renseignements utiles. Lorsque Transports Canada rédige le sommaire annuel des impacts d'oiseaux avec les aéronefs canadiens, il utilise les rapports en double pour compléter et vérifier l'information sur certains épisodes. Transports Canada et la FAA font tout leur possible pour éviter le comptage en double des rapports d'incident.

Tenue générale des dossiers du PGFA

D'autres dossiers sont tout aussi importants pour le processus de planification, notamment l'information sur les politiques, les nouvelles lois et les nouveaux règlements, les programmes de formation et les examens de la direction. Comme toujours, la précision et la rapidité d'exécution sont essentielles pour que l'information puisse montrer

l'efficacité du PGFA afin d'atténuer les responsabilités en cas de graves collisions avec la faune.

Études de la faune

Il peut être nécessaire d'effectuer périodiquement des études spéciales de la faune afin de déterminer son évolution ainsi que la composition des espèces dans les zones où on a procédé à une gestion intensive de l'habitat. Ces études avant et après mesurent le succès des modifications coûteuses et à grande échelle apportées à l'habitat et cernent les problèmes imprévus et les effets secondaires.

Évaluation et examen

De temps à autres, les exploitants d'aéroport devraient mener des études de gestion structurées du PGFA. Bien que l'examen permanent des dossiers soit un élément essentiel de la mesure du rendement, les vérifications périodiques sont également très importantes. Elles évaluent les éléments suivants :

- les buts et les objectifs du plan,
- les méthodes utilisées pour atteindre les buts et les objectifs,
- les méthodes de gestion utilisées,
- les résultats atteints par rapport aux objectifs définis.

Les vérificateurs inspectent chaque élément du plan de gestion, à la fois pour évaluer l'efficacité à court et à long terme des mesures de gestion et pour documenter les améliorations en cours.

Modification et amélioration

Le processus du PGFA n'est pas terminé tant que les modifications recommandées ne sont pas appliquées aux programmes de gestion de la faune, à la suite des programmes de rapport ou des vérifications. Les modifications sont particulièrement importantes si les objectifs prévus n'ont pas été atteints. On surveille à leur tour ces changements pour vérifier qu'ils permettent réellement d'améliorer le plan.

ÉTUDE DE CAS

Plan de gestion de la faune à l'aéroport international JFK

L'aéroport international John F. Kennedy (JFK), exploité par les autorités portuaires de New York et du New Jersey, connaît depuis les années 1970 de graves problèmes d'impacts d'oiseaux. Chaque année, plus de 350 000 mouvements d'avion s'effectuent à JFK, tandis que les inventaires décrivent des millions d'oiseaux—près de 300 espèces différentes—à l'aéroport et dans les environs. Ces nombres laissent supposer—ce que les données viennent confirmer—un péril aviaire omniprésent. Il fut une période où JFK connaissait le nombre le plus élevé d'impacts d'oiseaux signalés en Amérique du Nord.

Le plan de gestion de la faune de l'aéroport JFK vise avant tout à améliorer la sécurité pour tous les utilisateurs. Pourtant, son élaboration ne fut pas chose facile. JFK est situé dans l'environnement le plus productif de la région sur le plan biologique, à côté d'un sanctuaire faunique de responsabilité fédérale. L'Administration fédérale de l'aviation (FAA) et le ministère de l'Agriculture (USDA) américains ont tous deux joué des rôles importants dans l'implantation d'un plan efficace de gestion de la faune à JFK. Le plan prévoit des communications constantes avec le ministère de l'Intérieur, le ministère de l'Agriculture et l'exploitant de l'aéroport, afin d'assurer que les objectifs contradictoires de gestion de la faune ne menacent pas la sécurité aérienne.

Un défi particulier s'est posé à JFK en 1979, alors qu'une colonie de Mouettes à tête noire s'est installée dans un marais adjacent à l'aéroport, faisant doubler les impacts d'oiseaux signalés. Pour résoudre ce problème, l'exploitant de l'aéroport a modifié le plan de gestion de la faune afin d'en élargir la portée. Les modifications comprenaient un programme extrêmement controversé de contrôle létal, recommandé et appuyé par l'USDA. Malgré la controverse, le programme d'abattage est parvenu à réduire de 90 p. 100 les impacts de Mouettes à tête noire. Grâce à la qualité du programme de gestion de la faune et aux études scientifiques réalisées par l'USDA, on a pu justifier la mise en œuvre d'un programme qu'il n'aurait peut-être pas été possible d'implanter autrement.

Conclusion

Il est possible de réduire considérablement le nombre des collisions avec la faune aux aéroports grâce à une bonne gestion de la faune. Les exploitants d'aéroport doivent veiller à fournir le financement nécessaire et à promouvoir la gestion de la faune comme un élément prioritaire du programme de sécurité d'ensemble de l'aéroport. Bien qu'il ne soit pas réaliste de s'attendre à ce que la gestion de l'habitat et les contrôles actifs éliminent toute la faune des aéroports, suffisamment d'indices montrent que des programmes de gestion de la faune élaborés et mis en oeuvre de façon rigoureuse peuvent réellement réduire le nombre des interactions entre la faune et les aéronefs, contribuant ainsi largement à la sécurité des aéroports et des aéronefs. Cet objectif ne peut être atteint que si la haute direction s'engage fermement à assurer le succès des programmes de gestion de la faune.

Photo : NAV CANADA

Chapitre 9

Solutions—Fournisseurs des services de la circulation aérienne

Plus de 80 pour cent des impacts d'oiseaux signalés surviennent dans l'environnement de l'aéroport

Introduction

Si l'on voulait comparer l'éventail des professions de l'aviation à un réseau de compagnies de transport aérien en étoile, les fournisseurs des services de la circulation aérienne (ATS)—contrôleurs des départs et des arrivées, contrôleurs tour, contrôleurs sol et spécialistes de l'information de vol—en seraient la plaque tournante. Les fournisseurs d'ATS, véritable pivot de cette communauté, sont en effet dans une situation privilégiée pour mettre à exécution les activités tactiques de gestion des risques associées aux menaces de la faune et à la réduction des impacts.

En communication constante avec tous le personnel travaillant à l'aéroport et à l'extérieur, ces professionnels :

- détectent les mouvements d'oiseaux par voie électronique sur les écrans radars de l'unité de contrôle terminale (TCU);
- détectent à l'œil nu les oiseaux et les mammifères depuis les salles de la tour et les sites FSS;
- transmettent des renseignements cruciaux sur les activités de la faune au personnel d'exploitation côté piste, aux agents de gestion de la faune, aux pilotes et aux autres contrôleurs œuvrant dans des cadres de contrôle intégral.

La vigilance des fournisseurs d'ATS est essentielle à la prévention quotidienne des impacts d'oiseaux et de mammifères.

Rôles et responsabilités

Généralités

Les contrôleurs et les spécialistes de l'information de vol (FSS) partagent un certain nombre de responsabilités dans la prévention des impacts de la faune :

- fournir aux pilotes les renseignements à jour sur l'activité de la faune à l'aéroport et à proximité;
- informer les pilotes d'une activité faunique éventuelle;
- coordonner l'utilisation du Service automatique d'information de régions terminales (AVIS) et des Avis aux navigateurs aériens (NOTAM) afin de communiquer aux pilotes les renseignements sur la faune;
- informer le personnel de l'aéroport compétent de l'activité de la faune à l'aéroport;
- informer les équipes de remplacement de l'activité de la faune à l'aéroport;
- proposer des options aux pilotes en cas de la menace possible d'impacts de la faune. Ces options comprennent :
  - le report du décollage,
  - des profils de vol de remplacement,
  - l'utilisation d'autres pistes pour l'atterrissage et le décollage,
  - l'approbation de vitesses de fonctionnement réduites de l'aéronef,
  - des itinéraires et des altitudes de rechange;
- signaler tous les incidents impliquant la faune dans l'aéroport au moyen du Système canadien de compte rendu quotidien des événements de l'aviation civile (CADORS) et de toute autre procédure locale de compte rendu applicable dans l'aéroport;
- encourager les pilotes à remettre des comptes rendus sur les impacts de la faune à la suite de toute collision avec des oiseaux ou des mammifères ou d'un quasi-impact;
- s'assurer que les activités de gestion de la faune ne constituent pas une menace pour les aéronefs.

Les rôles et responsabilités des fournisseurs d'ATS sont clairement énoncés dans certains pays, comme le Canada. Le *Manuel de procédures pour les contrôleurs de la circulation aérienne* de ce pays prescrit :

Article 164.1
Fournir à tous les aéronefs qui sont utilisés dans la région concernée les renseignements sur l'activité aviaire, notamment :
- la taille des espèces d'oiseaux, si elle est connue;
- l'emplacement;
- la direction du vol;
- l'altitude, si elle est connue.

Article 164.2
Fonder les renseignements qui concernent l'activité aviaire sur :
- une observation visuelle;
- un rapport de pilote;

- une observation radar confirmée par :
- une observation visuelle; ou
- un rapport de pilote.

Article 164.3
Vous devez avertir l'aéronef de la possibilité d'une activité aviaire si une observation radar non confirmée vous fait croire qu'il s'agit d'une volée d'oiseaux.
[Trad.]

Aux États-Unis., l'ordonnance de la FAA no 7110.65, 2-1-22—*The Air Traffic Controller's Handbook*—prescrit aux contrôleurs d'informer les pilotes :

- d'une activité aviaire,
- de l'emplacement,
- de la nature de la menace (type d'oiseau),
- de la direction dans laquelle la menace se déplace.

Les contrôleurs reçoivent également l'instruction de continuer à transmettre des mises en garde tant que le danger persiste.

Contrôleurs terminal

Les contrôleurs aux départs et aux arrivées des vols sont des membres clés de l'équipe de gestion du risque associé aux impacts d'oiseaux. Au printemps et à l'automne, de nombreux postes des TCU nord-américaines sont aux premières loges pour observer l'activité des oiseaux migrateurs. Les contrôleurs aériens sont souvent les premiers à reconnaître l'existence d'une éventuelle menace et d'en alerter les équipages de conduite :

- directement, en informant les équipages à l'arrivée ou au départ de la présence d'une activité faunique à haut risque;

- indirectement, par l'entremise des contrôleurs tour qui informent les équipages de conduite encore au sol;

- par les NOTAM, en informant les équipages des autres aéronefs qui prévoient se trouver à l'aéroport ou dans ses environs.

Cette communication vitale renforce l'attention du pilote et lui permet de mieux gérer ses profils de vol en réduisant la probabilité et la conséquence des impacts de la faune. Comme le montre l'histoire réelle ci-dessous, l'intervention rapide des contrôleurs de l'unité de contrôle terminale (TCU) peut être vitale en cas d'impact d'oiseaux.

> À peine après avoir quitté l'aéroport de la Nouvelle-Orléans avec son plein de passagers—et presque à la limite de sa masse maximale brute—un MD-80 de Delta Airlines entre en collision avec de nombreux goélands. Le moteur gauche

Photo : NAV CANADA

Activité à la tour de contrôle

tombe en panne; le moteur droit, bien que gravement endommagé, permet de poursuivre le vol. Le capitaine décrète une urgence et demande l'autorisation d'atterrir immédiatement sur la piste dégagée la plus proche. Le contrôleur tour lui fournit un premier vecteur et le renvoie au contrôle d'approche. En position privilégiée pour juger de l'évolution des conditions météorologiques, le contrôleur des arrivées informe l'équipage de l'aéronef en détresse que le temps s'est détérioré et que déjà plusieurs avions ont interrompu leur approche de la piste envisagée. Interrogé sur la possibilité d'emprunter une autre piste—exigeant des minimums inférieurs de 100 pieds—le contrôleur des arrivées répond : « *Nous avons encore des orages à l'est, mais la visibilité y est meilleure qu'au sud.* »

Malgré un pare-brise obscurci par des débris d'oiseaux et un moteur dans l'impossibilité de le conduire jusqu'à un autre aéroport, l'équipage manœuvre aux minimums et effectue un atterrissage sans histoires—le vol a duré exactement 13 minutes. L'intervention du contrôleur des arrivées, la réaction vigilante d'un équipage bien entraîné, la résistance des pare-brise de l'aéronef et la durabilité du moteur rescapé ont tous contribué à éviter une catastrophe.

Contrôleurs tour et contrôleurs sol

Comme nous l'avons mentionné au chapitre 2, les contrôleurs tour et les contrôleurs sol sont situés en position médiane de la courbe de gestion du risque, dans une position stratégique au cœur du réseau de sécurité du système—et dans les hauteurs des salles de la tour—pour coordonner la détection, la dissuasion et l'évitement des impacts de la faune.

Les contrôleurs tour sont souvent les premiers à détecter les mouvements de la faune et, à l'aide de lunettes, sont en mesure d'estimer le type et la taille des oiseaux en vol, leur emplacement et la direction apparente du vol. Ils confirment également les observations du personnel côté piste et reçoivent les rapports des pilotes. Dans chaque cas, ces contrôleurs respectent les protocoles établis afin que le personnel de gestion de la faune soit informé et que les activités de gestion de la faune appropriées soient coordonnées et menées à bien en toute sécurité. De la hauteur des tours de contrôle, leur but est de faire en sorte que rien ne se passe—l'évitement des impacts de la faune.

La collision multiple de 1993 impliquant un B-737 à Calgary—déjà citée au Chapitre 2—illustre le rôle important des contrôleurs tour.

> Les contrôleurs et le gestionnaire de service de l'aéroport de Calgary réussissent à l'aube à disperser une volée de goélands avant l'événement qui a touché le B-737. À 5 h 37, le gestionnaire de service détecte une volée dense de 200 à 300 goélands sur la voie de circulation 'F'—située au nord de l'embranchement de la piste 28. Après des tentatives répétées—à l'aide de dispositifs pyrotechniques et d'avertisseurs sonores placés sur le camion de gestion de la faune—le gestionnaire de service réussit enfin à disperser les oiseaux; les contrôleurs de la circulation aérienne sont informés que les oiseaux se sont déplacés vers le nord, l'est et le sud-est.
>
> L'enregistrement ATIS de 6 h préparé par les contrôleurs avertit les pilotes de l'activité aviaire à l'aéroport. À 6 h 25, on observe une grande volée de goélands se dirigeant vers le nord; 11 minutes plus tard, le gestionnaire de service constate que les goélands sont revenus sur la voie de circulation 'F', en se regroupant à proximité. Pendant tout ce temps, le gestionnaire de service de l'aéroport et les contrôleurs tour sont demeurés en contact radio afin de coordonner les tactiques de gestion de la faune autour des aéronefs en phase d'atterrissage et de départ.
>
> Un certain nombre de faits sans aucun rapport les uns avec les autres amènent les contrôleurs à présumer que le risque d'impact d'oiseaux a diminué. À 6 h 26, un B-727 de Federal Express atterrit en dégageant l'extrémité de la piste 28, suivi à 6 h 37 par un MD-80 d'American Airlines; l'aéronef marque un arrêt et fait un tour de 180 degrés pour revenir en arrière sur la piste 34 et s'engager dans l'aire de stationnement. L'équipage ne signale pas l'activité aviaire aux contrôleurs et le gestionnaire de service ne signale aucune autre activité aviaire. En conséquence, au moment de mettre à jour l'enregistrement d'ATIS à 7 h – enregistrement que l'équipage du B-737 de Canadien International captera quelques minutes plus tard—le contrôleur omet d'inclure un avis de péril aviaire.
>
> Le manque d'information a gêné la capacité du contrôleur à prévenir l'impact d'oiseaux. Les seuls aéronefs qui, ce matin-là, avaient emprunté la piste 28 avaient été le B-727 de Federal Express et le MD-80 d'American Airlines; on n'a jamais pu déterminer si leurs équipages avaient détecté ou non les oiseaux. S'ils les ont

détectés, ils ont pu supposer que la référence ATIS à l'activité aviaire voulait dire que les contrôleurs tour et les autorités de l'aéroport connaissaient la présence des oiseaux—trop de suppositions par trop de personnes !

Il y a lieu de tirer des leçons importantes de ces événements quasi catastrophiques. Même si les contrôleurs tour utilisaient des lunettes pour balayer la zone, aucun d'eux n'a aperçu les oiseaux jusqu'au moment où l'impact s'est produit—alors qu'ils ne pouvaient plus rien faire.

Les contrôleurs jouent un rôle clé de *prévention* des impacts; leur intervention se fait en amont, en garantissant que les renseignements les plus pertinents sont diffusés aux intéressés et que les réponses sont bien coordonnées et mises en œuvre.

Spécialistes de l'information de vol (FSS)

Les spécialistes de l'information de vol (FSS) travaillent dans des aéroports non contrôlés et fournissent aux pilotes des renseignements vitaux pour une prise de décision rapide et éclairée.

Il y a quelques années à peine, le plus gros aéronef que pouvait accueillir un aéroport non contrôlé était le DC-3. Aujourd'hui, il est fréquent d'y voir des B-747, ce qui alourdit le rôle et les responsabilités des FSS.

Tout comme leurs homologues contrôleurs tour, les FSS :

- détectent et identifient les oiseaux en estimant leur nombre, leur emplacement et la direction de leurs mouvements;
- informent les gestionnaires de l'aéroport de la nécessité du contrôle de la faune;
- relaient l'information aux pilotes, au personnel côté piste et aux responsables de la gestion de la faune.

À la différence des contrôleurs aériens, un grand nombre de spécialistes de l'information de vol vivent et travaillent dans des collectivités plus petites et connaissent bien les conditions de vol locales et les usagers réguliers de l'aéroport. Bien qu'elle soit précieuse, cette familiarité peut mener à des suppositions, et les suppositions peuvent être dangereuses. Peut-être un FSS sait-il qu'un certain pilote est au fait de l'activité saisonnière des oiseaux ou qu'un autre connaît l'emplacement des sites de nidification dans le voisinage de l'aéroport. Peu importe, le fait de tenir pour acquis les certitudes de l'intervenant compromet immédiatement la sécurité du système de gestion de la faune. Il ne faut rien présumer ! Si elle est employée à bon escient, la familiarité avec les conditions d'exploitation de l'aéroport est un gage de sûreté; mais si elle est présumée, elle ne peut mener qu'à la catastrophe. Les FSS n'ont seulement qu'à mettre en évidence les circonstances particulières qui ce jour-là caractérisent les mouvements des oiseaux.

Les usagers de l'aéroport de passage bénéficient plus particulièrement des connaissances des FSS. Ils peuvent compter sur ces professionnels pour obtenir des renseignements sur :

- les mouvements de la faune locale;
- l'utilisation des terrains qui attire la faune vers l'aéroport et ses abords, tels que :
  - les refuges d'oiseaux et d'animaux,
  - les sites d'enfouissement
  - les usines de transformation du poisson.

Les spécialistes de l'information de vol peuvent également être en mesure d'informer les pilotes des voies empruntées par les oiseaux à l'aube et au crépuscule, ainsi que de l'emplacement des colonies de nidification locales.

Lorsqu'un impact d'oiseaux se produit, les FSS sont souvent les premiers à en être informés. Dans ces cas, les FSS doivent signaler tous les incidents de la faune de l'aéroport au moyen du Système canadien de compte rendu quotidien des événements de l'aviation civile (CADORS) tout en respectant toute autre procédure applicable dans cet aéroport. Les FSS doivent également encourager les pilotes à signaler ces événements à l'aide des procédures énoncées dans la section RAC de la Publication d'information aéronautique (AIP).

Conclusion

Les fournisseurs d'ATS sont des éléments importants de la formule fondée sur la sécurité du système. Sur le plan tactique, ils sont en première ligne dans le combat quotidien visant à prévenir les impacts d'oiseaux et agissent comme trait d'union entre le personnel au sol et les pilotes. En signalant l'activité et les impacts de la faune—et en encourageant d'autres à faire de même—les fournisseurs d'ATS s'assurent que la portée et la nature des risques de la faune sont mieux cernés et compris.

Sur le plan stratégique, les gestionnaires et le personnel ATS ont la possibilité de prendre part aux travaux des comités de sécurité locaux et régionaux et au Comité national du péril aviaire de Transports Canada. À ce palier stratégique, l'échange de connaissances parmi tous les intervenants de l'industrie aéronautique est un aspect fondamental des efforts déployés pour réduire les risques des impacts de la faune.

Photo : Brian Losito, Air Canada

Chapitre 10

Solutions—Pilotes

Introduction

Ce chapitre porte sur la contribution des pilotes aux plans de gestion de la faune. Il contient de l'information visant à sensibiliser les pilotes ainsi que les mesures à prendre dans le cadre d'une stratégie d'ensemble de réduction des risques d'impact. Bien que l'information fournie ici s'appuie sur des pratiques exemplaires bien connues, ce chapitre ne vient en aucune façon remplacer les procédures contenues dans les manuels de vol ou les manuels d'utilisation approuvés.

Les pilotes peuvent contribuer à réduire la probabilité et la gravité des impacts d'oiseaux et de mammifères en établissant des plans prudents et en utilisant des techniques opérationnelles appropriées. En observant les mouvements de la faune et en les signalant aux fournisseurs d'ATS et au personnel de gestion de la faune, les pilotes peuvent également contribuer à protéger d'autres exploitants d'aéronefs.

L'information est présentée sous forme de listes de vérification comprenant :

- les principes généraux de planification de vol et d'utilisation des aéronefs,
- les techniques d'utilisation et de planification qui s'appliquent à tous les types d'aéronef,
- de l'information supplémentaire qui s'applique à des catégories particulières d'aéronef.

Ces listes de vérification sont présentées dans l'ordre des phases de vol, de la planification de vol à l'après vol. Il est conseillé aux pilotes de lire la liste de vérification générale ainsi que celles qui s'appliquent à leur propre catégorie d'opération d'aéronef.

Rôles et responsabilités

Au Canada, la Loi sur l'aéronautique et le Règlement de l'aviation canadien (RAC) énoncent les responsabilités juridiques du commandement de bord d'un aéronef, ainsi que les normes de préparation de vol et de l'utilisation de l'aéronef. Il existe des textes semblables aux États-Unis et dans d'autres pays. Pour ce qui est des articles des textes

canadiens applicables présentés ci-dessous, le commandement de bord est défini comme la personne responsable de l'utilisation et de la sécurité de l'aéronef pendant le vol.

- **Renseignements avant vol (RAC 602.71)**
  Le commandant de bord d'un aéronef doit, avant le commencement d'un vol, bien connaître les renseignements pertinents au vol prévu qui sont à sa disposition.
- **Utilisation imprudente ou négligente des aéronefs (RAC 602.01)**
  Il est interdit d'utiliser un aéronef d'une manière imprudente ou négligente qui constitue ou risque de constituer un danger pour la vie ou les biens de toute personne.

En ce qui concerne le risque faunique, ces règlements impliquent que les pilotes ont la responsabilité juridique de se familiariser avec les risques associés à leurs vols et d'utiliser leur aéronef pendant toutes les phases de vol de façon à réduire au minimum la probabilité et la gravité des impacts de la faune.

Principes généraux de planification des vols et d'utilisation des aéronefs

Tous les pilotes doivent planifier les vols et utiliser les aéronefs conformément aux techniques d'atténuation des risques de collision avec la faune. Les stratégies et observations suivantes s'appliquent :

1. Planifier le vol de manière à circuler à l'altitude la plus haute possible; la probabilité des impacts d'oiseaux diminue considérablement au-dessus de 3 000 pieds AGL et les situations d'urgence sont plus difficiles à gérer à basse altitude.
2. La réduction de la vitesse limite également la gravité des impacts d'oiseaux—la force de choc augmente selon l'indice carré de la vitesse (voir le chapitre 12, Tableau 12.1).
3. Éviter les routes suivantes :
   - Au-dessus de régions connues pour attirer les oiseaux, comme les refuges, les décharges et les usines d'emballage de poisson;
   - Le long des rivières ou des littoraux des lacs et océans, particulièrement à basse altitude. Les oiseaux, aussi bien que les pilotes, se guident sur ces aides pour naviguer;
   - Les eaux intérieures et les estuaires peu profonds à une altitude minimale peuvent abriter de grands nombres de goélands, d'échassiers et d'oiseaux aquatiques qui s'envolent régulièrement au lever et au coucher du soleil tout au long de l'année.
   - À une altitude minimale au-dessus des îles, des promontoires et des falaises. Ces zones sont fréquemment utilisées comme aires de nidification par des colonies d'oiseaux.
4. Bien que la plupart des espèces d'oiseaux soient surtout actives pendant la journée, de nombreux oiseaux comme les hiboux et les oiseaux aquatiques migrateurs se déplacent normalement la nuit.
5. Les oiseaux ont tendance à être plus actifs au lever et au coucher du soleil. De nombreuses espèces se déplacent à des heures prévisibles chaque jour; elles se rendent aux aires d'alimentation à l'aube et retournent se poser au crépuscule.

6. Au Canada, le risque d'impact d'oiseaux atteint un point culminant trois fois par an :
   - pendant la migration de printemps de mars et avril;
   - en juillet et août, lorsque les oisillons s'entraînent à voler et les aptitudes de vol des oiseaux adultes peuvent être gênées par la perte des plumes de leurs ailes;
   - pendant la migration d'automne, en septembre et octobre.
7. Soyez conscient que 40 % de la population des bernaches du Canada habite certaines parties de l'Amérique du Nord et peut présenter un risque durant toute l'année.
8. Pendant les chaudes journées d'été, de nombreuses espèces d'oiseaux—comme les rapaces et les goélands—utilisent les courants thermiques et s'élèvent à de grandes altitudes.
9. On a déjà vu des oiseaux de proie attaquer un aéronef.
10. On peut estimer la taille des oiseaux en observant le rythme de battement des ailes; plus le battement est lent, plus l'oiseau est gros—et plus les dommages peuvent être importants. Les gros oiseaux et les envolées représentent un risque considérable pour les aéronefs; les gros oiseaux en groupes sont extrêmement dangereux.
11. Sachez que les oiseaux peuvent ne pas entendre un aéronef silencieux à temps pour éviter la collision.
12. Si vous voyez des oiseaux devant vous, essayez de les survoler tout en maintenant une vitesse prudente. Les biologistes ont observé que les oiseaux plongent habituellement lorsqu'ils sont menacés. D'autres études récentes indiquent que certains oiseaux peuvent voir les aéronefs comme des objets immobiles et s'en détourner lentement jusqu'à une distance suffisante.
13. En cas d'impact :
    - Gardez le contrôle de l'aéronef. Le bruit de l'impact avec un oiseau peut sembler pire que les dommages réellement infligés.
    - Consultez la liste de vérification et appliquez les procédures d'urgence applicables.
    - Évaluez les dommages et ses effets sur les capacités d'atterrissage de l'aéronef.
    - Atterrissez à l'aéroport le plus proche qui convient le mieux.
    - Demandez l'aide des ATS et du personnel affecté aux urgences aéroportuaires.
    - Si vous croyez qu'il y a des dommages structuraux ou au système de commandes, une vérification de maîtrise de l'appareil pourrait être de mise avant de tenter l'atterrissage.
    - Les problèmes de gouverne et de flottement n'apparaissent pas nécessairement sur un appareil à commandes électriques sur lequel il n'y a pas de lien entre la gouverne et le pilote. Il n'y a donc pas d'indication physique d'un flottement aérodynamique, alors que les indicateurs électroniques de position de commandes ne sont pas suffisamment fiables pour montrer un flottement de la gouverne.
    - Si le pare-brise est brisé ou fracturé, suivez les procédures approuvées contenues dans le manuel de vol.
    - Si le pare-brise est fracassé, ralentissez l'aéronef pour réduire le souffle aérodynamique. Pensez à porter des lunettes de soleil ou protectrices pour réduire l'effet du vent, des précipitations ou des débris.

14. À la suite d'une collision avec des oiseaux ou un mammifère—et avant de reprendre l'air—faites vérifier soigneusement l'aéronef, de préférence par un technicien d'entretien d'aéronef (TEA). Prêtez particulièrement attention aux éléments suivants :
    - Vérifiez que la collision n'a pas endommagé ou bloqué l'entrée d'air des réacteurs, l'échappement et les conduits de ventilation et d'aération.
    - Vérifiez le train d'atterrissage, les conduits hydrauliques des freins, le verrou train sorti et les interrupteurs du train d'atterrissage.
    - Si vous croyez qu'il y a des dommages à la cellule ou à la gouverne, le personnel de la maintenance doit effectuer des inspections très approfondies pour vérifier l'intégrité structurelle; des dommages extérieurs mineurs peuvent cacher des dommages structuraux importants.
    - Les turbomoteurs qui ont subi des collisions avec des oiseaux doivent être vérifiés avec soin. Dans plusieurs incidents, des inspections visuelles superficielles n'ont pas décelé des dommages qui ont eu des effets sur les vols ultérieurs.

Planification et utilisation visant à réduire le risque faunique

Les sections qui suivent présentent des techniques de planification de vol et d'utilisation des aéronefs qui ont fait leurs preuves pour améliorer la sécurité et réduire le risque faunique.

Techniques de planification et d'utilisation pour tous les aéronefs

De nombreuses techniques qui réduisent au maximum les dangers causés par la faune sont communes à tous les types d'aéronef et catégories d'utilisation.

Planification de vol

1. Pendant la phase de planification du vol, consultez les renseignements sur les risques aviaires éventuels et connus :

    - au départ,
    - en route,
    - à l'arrivée,
    - aux aéroports de dégagement prévus pour la destination ou en route.

    On peut obtenir des renseignements sur le péril aviaire dans :

    - la documentation de l'aéroport contenue dans Supplément de vol-Canada (CFS) ou la publication équivalente pour le pays de destination;
    - les NOTAM et, dans certains pays, l'information spécifique sur le péril aviaire connue sous le nom de BIRDTAM;
    - la section Règles de l'air et Services de la circulation aérienne (RAC) de la Publication d'information aéronautique (A.I.P.)—en particulier pour les routes saisonnières des oiseaux migrateurs au Canada.
    - Le site Web du Système d'information sur le péril aviaire (AHAS) : www.ahas.com pour connaître les déplacements courants des oiseaux.

2. Lorsque vous planifiez votre route, essayez de réduire la probabilité d'une collision avec des oiseaux ou des mammifères.

Préparation avant le vol

1. Lorsque vous vous approchez de l'aéronef, surveillez l'activité de la faune à proximité.
2. Pendant l'inspection avant le vol, vérifiez les indications de nids d'oiseaux dans toutes les cavités de la cellule et autour des moteurs, par exemple, des déjections d'oiseaux et de la paille éparpillée sur l'aéronef et autour. Pendant la saison de nidification, certains oiseaux peuvent construire une bonne partie d'un nid pendant que les pilotes sont en train de déjeuner.
3. Lorsque vous obtenez l'information du Service automatique d'information de région terminale (ATIS) et de l'aéroport, des ATS—ou UNICOM—notez les rapports d'activité d'oiseaux ou de mammifères.
4. Si possible, réchauffez le pare-brise. Conformément au manuel de vol ou au manuel d'utilisation de l'avion, le pare-brise sera plus souple et mieux en mesure de résister aux impacts avec des oiseaux.
5. Avant de mettre le moteur en marche et pendant votre examen des procédures d'urgence, vérifiez celles qui portent sur les impacts de faune correspondant à votre type d'aéronef et son utilisation.

Roulement au décollage

1. Le décollage est une phase critique du vol; les statistiques sur les collisions montrent que 31 pour cent des impacts d'oiseaux et 39 pour cent des impacts de mammifères se produisent pendant cette étape (voir Chapitre 7).
2. Pendant le roulement au décollage, surveillez les rapports d'activité d'oiseaux et de mammifères des ATS et d'autres aéronefs.
3. Pendant le roulement, signalez aux ATS, UNICOM and autres aéronefs les activités de la faune observées sur les aires de trafic, les voies de circulation et les pistes.
4. Soyez particulièrement vigilants dans les aéroports qui n'ont pas de fournisseurs d'ATS ou ont des heures d'ouverture limitée d'ATS. Bien souvent, ces aéroports ne possèdent pas de programme de surveillance ou de gestion de la faune. Avant le décollage, il peut être nécessaire de remonter la piste pour s'assurer qu'il n'y a pas d'oiseaux ni de mammifères.

Décollage et montée

1. Pendant le roulement sur la piste, préparez-vous mentalement à une éventuelle collision avec des oiseaux ou des mammifères pendant le décollage. Connaissez les conditions susceptibles de gêner votre capacité à interrompre le décollage ou à continuer de voler avec un aéronef dont la performance est réduite. Ces conditions sont les suivantes :
   - conditions de la piste,
   - conditions météorologiques,
   - obstacles.
2. Avant de commencer le décollage, vérifiez à nouveau la piste; de nombreux oiseaux se tiennent sur les surfaces asphaltées et en béton pour se réchauffer et pour avoir une meilleure vue des prédateurs qui approchent.

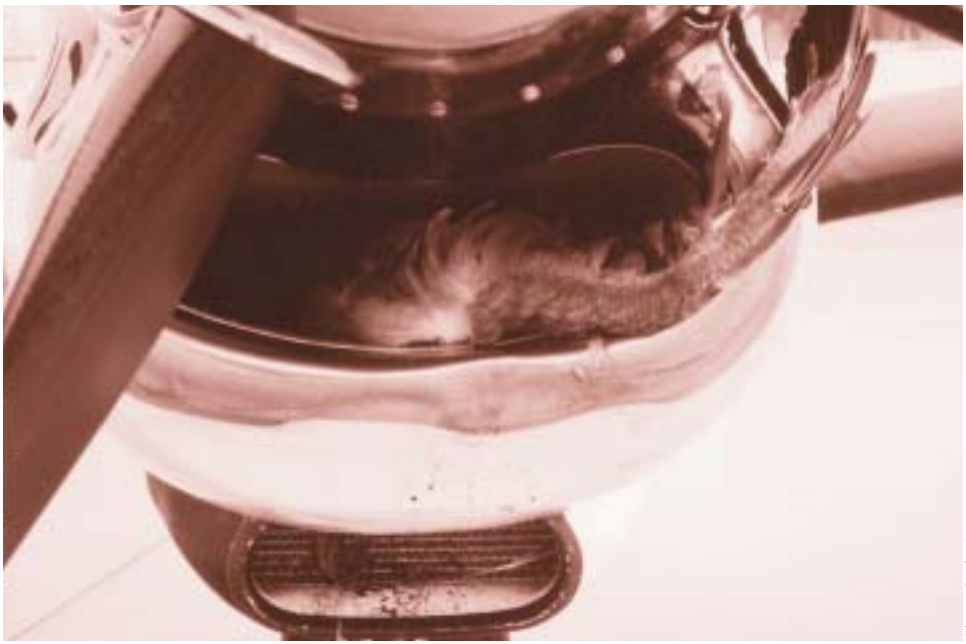


Photo : Gordon Lawrence

Malgré la protection offerte par l'hélice, les oiseaux peuvent pénétrer dans l'entrée d'air des turbomoteurs, ce qui entraîne une perte considérable de la puissance.

3. Sachez que l'aéronef qui décolle avant vous peut effrayer des oiseaux et des mammifères et les renvoyer sur votre trajectoire de vol.
4. S'il y a des oiseaux sur la piste, soyez prêt à attendre que le personnel de la gestion de la faune les disperse. Si la circulation et le temps le permettent, utilisez une autre piste. Le danger causé par la faune doit être traité comme n'importe quel autre problème de sécurité—en cas de doute, retardez le décollage jusqu'à ce que les conditions soient redevenues normales.
5. Allumez vos phares d'atterrissage au décollage. Bien que rien ne prouve concrètement que les oiseaux voient et évitent les phares des aéronefs, certaines données et incidents laissent à penser que les phares d'atterrissage—en particulier les phares d'atterrissage stroboscopiques—permettent aux oiseaux de mieux voir l'aéronef et leur donnent plus de temps pour éviter l'appareil.
6. Les radars météorologiques des aéronefs ne peuvent pas servir à avertir les oiseaux qui n'en captent pas les faibles émissions et fréquences.
7. En présence d'oiseaux, sélectionnez le voyant allumage moteur pour le décollage afin de mieux protéger l'extincteur du réacteur sur les turbopropulseurs.
8. Si un impact survient lors du roulement au décollage avec des oiseaux ou des mammifères, il vaut mieux arrêter la manœuvre lorsque les conditions le permettent. Si possible, libérez la piste et arrêtez les moteurs. Avant de continuer, demandez une inspection approfondie, de préférence par un technicien d'entretien d'aéronef (TEA).

9. Soyez prêt à modifier votre montée pour éviter des oiseaux.
10. Si des oiseaux ont été signalés, prévoyez de diminuer la vitesse afin de réduire au minimum la force d'impact et les dommages.
11. Si l'on prévoit des oiseaux à une certaine altitude, dépassez cette altitude le plus rapidement possible, en respectant la meilleure vitesse de montée recommandée par le constructeur.
12. La majorité des impacts d'oiseaux se produisant en dessous de 10 000 pieds AGL, continuez d'utiliser les phares d'atterrissage pendant la montée au-dessus de cette altitude.

En route

1. Écoutez les fréquences radio en route pour obtenir des renseignements à jour sur la présence d'oiseaux de la part des ATS et des autres aéronefs.
2. Signalez tous les déplacements dangereux d'oiseaux aux fournisseurs d'ATS et autres aéronefs.

Approche et atterrissage

1. L'approche et l'atterrissage sont des phases critiques du vol. Les statistiques sur les collisions indiquent que 39 pour cent des impacts d'oiseaux et 58 pour cent des impacts de mammifères se produisent à l'approche et à l'atterrissage (voir Chapitre 7).
2. Demandez les derniers renseignements sur la présence d'oiseaux et de mammifères aux ATS, ATIS, UNICOM et autres aéronefs.
3. Soyez particulièrement vigilants dans les aéroports qui n'ont pas d'ATS ou ont des heures d'ouverture limitée d'ATS. Même si ces aéroports ne possèdent pas de programme de surveillance ou de gestion de la faune, il est prudent de demander au personnel de l'aéroport d'inspecter la piste pour s'assurer qu'elle est libre de tout animal dangereux. Surveillez la faune tout au long de l'approche et de l'atterrissage.
4. Planifiez votre descente et approche pour éviter les zones qui attirent les oiseaux.
5. Pendant la descente et l'approche dans des zones où se trouvent beaucoup d'oiseaux, réduisez la vitesse pour diminuer la gravité des impacts d'oiseaux possibles.
6. Si la présence d'oiseaux est signalée à certaines altitudes, utilisez un taux de descente plus élevé—sans augmenter la vitesse—pour réduire au maximum la possibilité d'impacts d'oiseaux.
7. Le danger causé par la faune pendant l'approche et l'atterrissage doit être traité comme n'importe quel autre problème de sécurité—en cas de doute, retardez les jusqu'à ce que tout soit revenu à la normale.
8. Si vous voyez des oiseaux au moment de l'approche, envisagez une remise des gaz et une seconde approche, mais seulement si la remise des gaz est possible sans frapper les oiseaux après que la puissance a augmenté. Vous permettez ainsi aux oiseaux de se disperser avant votre retour.
9. Utilisez les phares d'atterrissage pendant l'approche et l'atterrissage pour rendre l'aéronef plus visible aux oiseaux.
10. Si vous voyez des oiseaux ou des mammifères, signalez-le aux ATS, UNICOM et aux autres aéronefs.

Après le vol

1. En cas d'impact d'oiseau ou de mammifère ou si croyez qu'un impact est survenu :
   - Demandez une inspection par le technicien d'entretien d'aéronef (TEA) avant le vol suivant;
   - Au besoin, signalez l'incident au Bureau de la sécurité des transports du Canada.
2. Signalez tous les impacts d'oiseaux et de mammifères à Transports Canada. Dans les pays étrangers, signalez-les à l'autorité appropriée. Voir à l'annexe C des copies des formulaires de rapport et des détails sur le processus de compte rendu des impacts d'oiseaux et de la faune. Au moment de remplir le rapport sur l'impact d'oiseaux et de mammifères, pensez à :
   - fournir des renseignements supplémentaires utiles : photographiez tous les restes d'oiseaux et les dommages et envoyez les photographies à Transports Canada en même temps que le rapport.
   - si vous ne pouvez pas identifier l'espèce, ramasser tous les restes—même les plus petits—et communiquer avec Transports Canada pour demander de l'aide (voir à l'annexe C les renseignements sur les personnes-ressources).

Aviation commerciale et d'affaires : conditions particulières

Les pilotes de l'aviation commerciale et d'affaires font face à des conditions particulières en matière d'impacts d'oiseaux :

1. Les structures et les moteurs des gros aéronefs commerciaux et d'affaires peuvent mieux supporter les collisions avec les oiseaux; ils sont régis par des normes beaucoup plus rigoureuses à ce sujet que celles qui s'appliquent aux aéronefs légers de l'aviation générale (voir Chapitre 5). La probabilité et la gravité des impacts d'oiseaux sont plus importantes pour les aéronefs commerciaux et d'affaires pour un certain nombre de raisons :
   - Les vitesses plus élevées réduisent le temps nécessaire pour observer les activités de la faune et accroissent les forces d'impact et les dommages possibles en cas de collision.
   - Compte tenu de la taille de ces aéronefs, une plus grande surface de la cellule est exposée; une collision avec une envolée d'oiseaux peut causer des dommages à de nombreux endroits de l'aéronef.
   - Ces aéronefs sont gros et moins facilement manœuvrables, ce qui rend les mesures d'évitement plus difficiles.
   - La taille de l'aéronef et du pare-brise et l'emplacement du poste de pilotage limitent la visibilité et la capacité de voir les oiseaux et les mammifères.
   - En raison de la charge de travail extrême pendant les phases critiques du vol, l'équipage de conduite n'a que peu de temps pour observer l'activité de la faune.
   - Les demandes de pistes de remplacement pour éviter les concentrations d'oiseaux dans les aéroports très achalandés entraînent des retards importants. De même, les aéronefs commerciaux et d'affaires qui utilisent des aéroports achalandés sont soumis à des horaires très serrés; la rigidité des heures d'arrivée et de départ limite la capacité d'éviter la faune.

- Au décollage, les aéronefs commerciaux et d'affaires sont souvent régis par des procédures de départ publiées et des exigences concernant le bruit et le trafic qui limitent la capacité d'adopter d'autres trajectoires de vol pour éviter les zones où se trouvent des oiseaux.
- À l'approche et à l'atterrissage, les contraintes sont les mêmes que pour le décollage et la montée. Les profils des vols sont régis par des procédures d'approche publiées. Dans les grands aéroports, le séquencement de forts volumes de trafic limite encore plus la flexibilité des trajectoires de vol.
- Les statistiques sur les accidents d'aéronefs montrent qu'un grand nombre d'accidents d'aéronefs commerciaux et d'affaires se produisent pendant des décollages interrompus. La décision d'interrompre le décollage fait intervenir une question critique de temps; le succès de la manœuvre dépend d'une coordination précise de l'équipage. Des impacts multiples à plus d'un moteur risquent de se produire dans les décollages interrompus.
- Un certain nombre de collisions avec des oiseaux ont causé des dommages à plus d'un moteur ou au système de l'aéronef, notamment :
- B737 - Calgary 1993,
- B747 – Montréal 1998,
- B727 – Houston 1998.
- Compte tenu du nombre croissant des aéronefs—en particulier des bimoteurs—et de l'augmentation des populations d'oiseaux, il existe de fortes possibilités de graves dommages causés par une collision en vol avec une envolée d'oiseaux aquatiques.

2. Les techniques suivantes peuvent contribuer à réduire la probabilité et la gravité des collisions d'oiseaux et de mammifère avec les aéronefs commerciaux et d'affaires :
   - Avant d'allumer le moteur, examinez les procédures d'urgence correspondant à votre type d'aéronef et son utilisation. Soyez particulièrement attentif aux procédures sur les décollages interrompus et les pannes moteurs.
   - La meilleure façon de réduire la probabilité d'un impact d'oiseaux est d'augmenter au maximum le taux de montée au départ. Les jets doivent utiliser le profil d'abattement de bruit vertical 'A' (VNAP 'A') de l'OACI . Les avantages sont les suivants :
   - basse vitesse (V_2+10), ce qui réduit la force d'impact;
   - taux rapide de montée pour dépasser les 3000 pieds AGL aussi rapidement que possible;
   - montée aussi près de l'aéroport que possible où l'activité des oiseaux est gérée.
   - La façon la plus efficace de réduire la gravité d'un impact d'oiseaux est de réduire la vitesse. La force d'impact des oiseaux augmente au carré de la vélocité; le fait de doubler la vitesse augmente la force d'impact d'un facteur de quatre.
   - Soyez extrêmement prudent si vous accélérez à plus de 250 kts en dessous de 10 000 pieds ASL. Au Canada et dans certains autres pays, les aéronefs peuvent accélérer à plus de 250 kts au-dessus de 3 000 pieds AGL. Cela augmente la probabilité d'une collision avec des oiseaux, étant donné que le taux de montée est réduit pendant l'accélération, ce qui augmente le temps passé à des altitudes

où les oiseaux risquent davantage d'être présents. La gravité possible d'une collision augmente également, étant donné l'accroissement de la force d'impact. Les impacts d'oiseaux au-dessus de 3 000 AGL sont plus rares, mais la majorité d'entre eux se produisent avec de gros oiseaux qui causent des dommages plus fréquents et plus graves.

- Utilisez les phares d'atterrissage en permanence en dessous de 10 000 pieds AGL.

Aviation générale: conditions particulières

Dans ce secteur, les pilotes doivent tenir compte des éléments suivants :

1. La majorité des aéronefs de l'aviation générale (monomoteurs à piston) sont certifiés en vertu de la FAR 23. Les composantes de la cellule de cette classe ne supportent l'impact que des toutes petites espèces d'oiseaux (voir Chapitre 5).
2. De nombreux pilotes de l'aviation générale ne volent pas souvent et ont donc moins d'expérience; ils connaissent peut-être moins bien les procédures d'urgence et ne savent pas forcément les appliquer. Leur connaissance de l'information la plus à jour sur l'activité des oiseaux dans leur zone de vol locale—ou sur la route prévue—peut être également limitée.
3. De nombreux vols de l'aviation générale utilisent de petits aérodromes non contrôlés qui ne possèdent pas de programme de gestion de la faune ni d'information sur la faune. En revanche, ces petits aérodromes permettent une plus grande flexibilité dans le choix d'une piste de rechange pour éviter un risque d'impact.
4. Les techniques suivantes peuvent contribuer à réduire la probabilité et la gravité des collisions d'oiseaux et de mammifères avec les aéronefs de l'aviation générale.
   - Réduisez la vitesse pour diminuer la force d'impact dans les zones où des oiseaux sont présents;
   - Pour vous protéger, soyez prêt à pencher la tête en dessous de l'auvent si une collision avec des oiseaux semble imminente;
   - Volez à des altitudes plus élevées pour réduire la probabilité d'une collision avec des oiseaux. Seulement un pour cent des impacts dans l'aviation générale se produisent au-dessus de 2 500 pieds AGL;
   - Utilisez les phares d'atterrissage au décollage et à l'atterrissage pour rendre l'aéronef plus visible aux oiseaux.

Giravions : conditions particulières

L'utilisation des giravions et des hélicoptères est unique en aviation et doit faire l'objet d'une attention particulière en ce qui concerne le péril aviaire :

1. Les hélicoptères sont constamment exposés au risque d'un impact d'oiseaux car :
   - La majorité des hélicoptères sont utilisés à très basse altitude, normalement en dessous de 500 pieds AGL.
   - Le pilote se concentre sur la marge de franchissement du relief tout en effectuant ses tâches; il n'a donc que très peu de temps, voire pas du tout, pour surveiller les oiseaux.

- Même pendant la phase de croisière, la plupart des hélicoptères restent près du sol.
- Les vitesses des hélicoptères sont généralement inférieures à celles des aéronefs à voilure fixe, mais les normes de certification concernant les impacts d'oiseaux—même pour les hélicoptères de catégorie transport—ne sont pas rigoureuses (voir Chapitre 5).
- Les hélicoptères perturbent davantage les colonies d'oiseaux que les avions à voilure fixe; par conséquent, le risque de collision augmente lorsque les oiseaux s'envolent.
- Il existe un risque important de bris du pare-brise et de graves blessures et d'incapacité.

En raison de l'environnement dans lequel ils évoluent, les hélicoptères sont très vulnérables aux dommages causés par les impacts d'oiseaux au pare-brise.

2. Les techniques suivantes peuvent contribuer à réduire la probabilité et la gravité des collisions d'oiseaux et de mammifères avec les giravions :
   - Portez toujours un casque muni d'une visière. Le plus grand danger pour les pilotes d'hélicoptère à la suite du fracassement du pare-brise est la perte de la vue causée par les débris.
   - Dans la mesure du possible, demandez une information quotidienne sur les activités des oiseaux.
   - Pour réduire la probabilité d'une collision avec des oiseaux, volez à des altitudes supérieures entre les bases et les aires d'opération.
   - Consultez régulièrement les procédures d'urgence, en particulier pour les vols en autorotation.
   - En cas de collision avec des oiseaux, demandez une inspection approfondie de l'hélicoptère avant le vol suivant, de préférence par un technicien d'entretien d'aéronef (TEA). Les dommages causés aux rotors principal et de queue ne sont pas facilement décelables.
3. Voici quelques suggestions utiles pour l'établissement d'aires d'atterrissage d'hélicoptères dans des régions éloignées :
   - Les aires d'atterrissage ne doivent pas être situées près d'installations d'élimination des déchets comme des dépotoirs de déchets comestibles, des centres de transfert de déchets et des installations de compostage qui attirent d'importantes colonies d'oiseaux comme les goélands. Les installations d'élimination des déchets attirent également les gros mammifères comme les ours noirs et les grizzlys. Ces gros prédateurs représentent non seulement une menace pour les personnes qui travaillent autour de l'aire d'atterrissage, mais ils peuvent également causer des dommages considérables à l'équipement et aux hélicoptères lorsqu'ils sont à la recherche de nourriture.

- Les aires d'atterrissage ne doivent pas être situées près d'usines d'emballage et de traitement du poisson ni d'abattoirs. Les déchets de ces installations peuvent attirer un grand nombre d'oiseaux comme les goélands.
- Les aires d'atterrissage ne doivent pas être situées près des trajectoires de vol des goélands qui se déplacent entre les aires d'alimentation de jour et les aires de repos la nuit. Pendant les mois où les goélands s'installent sur les plans d'eau, ils suivent des trajectoires régulières et prévisibles vers leurs aires d'alimentation de jour. Des milliers d'oiseaux peuvent suivre ces trajectoires sur plusieurs heures. Normalement, ces trajectoires se situant au-dessous de 500 pieds AGL, il faut faire très attention lorsqu'on utilise cet espace aérien—en particulier à l'aube et au crépuscule.
- Les aires d'atterrissage ne doivent pas être situées près de refuges d'oiseaux aquatiques migrateurs ou dans les environs, comme des champs de céréales. Pendant les migrations d'automne et de printemps, des milliers d'oiseaux peuvent se déplacer dans ces secteurs.
- Lorsque les aires d'atterrissage sont situées près de terres agricoles et de vergers, sachez que les récoltes et le labourage attirent fréquemment un grand nombre d'oiseaux comme les corbeaux et les goélands. On peut réduire les risques pour les opérations d'hélicoptères de jour en effectuant ces activités la nuit.

Écoles de formation au pilotage : conditions particulières

Les écoles de formation au pilotage jouent un rôle essentiel pour bien faire comprendre aux pilotes le péril faunique. En tant que centres d'apprentissage, elles aident non seulement les pilotes à acquérir les compétences nécessaires pour éviter et gérer les impacts, mais elles diffusent également des documents promotionnels et de formation vitaux pour renforcer la sensibilisation aux risques de collision avec la faune.

En ce qui concerne le péril faunique, la formation doit comprendre ce qui suit :

1. Insister sur les conséquences des impacts d'oiseaux et de mammifère en présentant des statistiques sur les risques et des études de cas sur de graves collisions avec différents types d'aéronefs.
2. Décrire les espèces d'oiseaux et de mammifères dangereux et les situations que les élèves risquent le plus de rencontrer pendant la formation.
3. Montrer les effets que peuvent avoir des impacts d'oiseaux uniques ou multiples sur la performance de l'aéronef de formation.
4. Souligner la façon dont les procédures normales et d'urgence traitent des effets probables des impacts d'oiseaux et de mammifères sur un aéronef.
5. Souligner l'importance de respecter les procédures d'urgences figurant dans les manuels de vol et les manuels d'utilisation des aéronefs en cas de situation inhabituelle, y compris les impacts d'oiseaux et de mammifères.
6. Souligner l'importance des techniques de gestion des ressources du poste de pilotage pour aider les pilotes des gros aéronefs à faire face à des urgences inhabituelles susceptibles de se produire après une collision avec des oiseaux ou des mammifères.

7. Souligner le fait qu'une collision avec la faune au décollage affecte la performance de l'aéronef; les élèves ne doivent pas interrompre le décollage après avoir atteint une vitesse V_1, à moins que l'aéronef ne soit pas en mesure de poursuivre le vol en toute sécurité.
8. Former les pilotes à des techniques qui réduisent au maximum la possibilité des impacts d'oiseaux et de mammifères, ainsi qu'aux mesures à prendre en cas de collision :
   - Veiller à ce que la planification du vol soit très précise, en évaluant tous les aspects qui peuvent réduire la possibilité d'impacts avec la faune;
   - Effectuer une inspection approfondie avant le vol pour vérifier qu'il n'y a pas de nids autour du moteur ou dans les cavités de la cellule;
   - Pendant la préparation du vol, demander les renseignements les plus à jour sur l'activité de la faune aux ATS, UNICOM et aux autres aéronefs;
   - Pendant le roulement au décollage, surveiller et signaler les activités de la faune;
   - Retarder le décollage si la présence d'oiseaux ou de mammifères est signalée ou observée sur la piste;
   - Éviter de voler à des basses altitudes dans des zones où se trouvent de nombreux oiseaux;
   - Réduire la vitesse pour diminuer la force d'impact;
   - S'il est nécessaire de circuler dans des zones fortement peuplées d'oiseaux, réduire au maximum la durée de la montée et de la descente.
   - Signaler toutes les observations d'oiseaux jugés dangereux aux ATS, UNICOM et autres aéronefs.

Conclusion

Compte tenu de leur rôle extrêmement important pour réduire la probabilité et la gravité des impacts d'oiseaux et de mammifères, les pilotes ont quatre responsabilités importantes :

- Planifier tous les vols et piloter de façon à réduire au maximum la probabilité et la gravité des impacts avec la faune.
- Surveiller constamment les oiseaux et les mammifères.
- Signaler toute activité de la faune aux ATS, UNICOM et autres aéronefs.
- Remettre un rapport de collision avec des oiseaux ou la faune à Transports Canada ou tout autre organisme pertinent à la suite de tous les impacts (voir à l'annexe C les procédures de compte rendu des collisions).

Chapitre 11

Solutions—Exploitants aériens

Introduction

Que leurs opérations soient privées ou commerciales, qu'ils exploitent un seul avion monomoteur ou plusieurs centaines de gros avions à réaction, les exploitants aériens peuvent subir des pertes financières importantes en raison des dommages causés à leur flotte par les impacts de la faune. Pourtant, l'industrie dispose de plusieurs moyens pour réduire tant la probabilité que la gravité de ces impacts, notamment une gamme de mesures permettant d'avoir un effet positif et mesurable sur les résultats financiers des compagnies. Une diminution de dix pour cent seulement du nombre de collisions avec la faune réduirait d'au moins 50 millions $US les coûts d'exploitation de l'industrie aéronautique de l'Amérique du Nord.

Le présent chapitre présente de l'information sur le rôle des exploitants aériens dans la réduction de la probabilité et de la gravité des impacts de la faune. L'information, qui est présentée sous forme d'une série de listes de vérification, porte sur les divers types d'exploitation des aéronefs commerciaux et d'affaires. Par conséquent, certains éléments des listes de vérification ne s'appliquent pas à tous les exploitants. Les listes de vérification s'appliquent d'abord à la planification générale des vols et aux principes d'exploitation puis à la planification spécifique et aux techniques d'exploitation. Les listes sont présentées dans l'ordre de la phase de vol afin d'en faciliter l'utilisation.

Rôles et responsabilités

Les exploitants aériens ont des responsabilités juridiques qui sont définies dans le Règlement de l'aviation canadien (RAC), Parties VI et VII, notamment :

- les procédures relatives aux opérations aériennes,
- les systèmes de régulation des vols,
- les procédures de maintenance des aéronefs,
- les systèmes de gestion de la sécurité,
- les exigences en matière de formation des employés.

Pour plus de détails sur le RAC, on peut consulter le site de Transports Canada à l'adresse : www.tc.gc.ca.

Les obligations juridiques découlant du Code civil et du Code criminel s'appliquent également et requièrent que les exploitants aériens dirigent leur entreprise en toute sécurité. Le non-respect de ces obligations peut entraîner des sanctions et des conséquences financières graves (voir Chapitre 1).

Réduction de la probabilité et de la gravité des impacts de la faune

Les exploitants aériens devraient concentrer leurs efforts dans trois secteurs :

- Procédures d'utilisation normalisées (SOP),
- Formation et sensibilisation des employés,
- Déclaration d'impacts de la faune.

Procédures d'utilisation normalisées

Des procédures d'utilisation normalisées s'appliquant spécifiquement aux risques liés aux impacts de la faune devraient être élaborées et incluses dans les publications des compagnies et aborder les points suivants :

- opérations aériennes (pilotes),
- régulation des vols (planification des vols et contrôle en vol),
- entretien des avions,
- opérations sur les aires de trafic (manutention des aéronefs au sol).

Exploitation aérienne et régulation des vols

L'exploitation aérienne et la régulation des vols sont des disciplines étroitement liées qui appliquent des procédures d'utilisation normalisées communes. Les sections suivantes comprennent des procédures qui, lorsqu'elles figurent dans les manuels des compagnies, visent à réduire la probabilité et de la gravité des collisions avec la faune.

Principes généraux d'exploitation

Les procédures d'utilisation normalisées portant sur les risques que présentent les collisions avec la faune pour l'exploitation aérienne et la régulation des vols devraient promouvoir des techniques d'exploitation et de planification des vols qui abordent les aspects uniques suivants de l'aviation commerciale et d'affaires :

1. Les vitesses d'utilisation des aéronefs d'affaires et commerciaux sont plus rapides que celles des aéronefs légers de type général. Par conséquent, moins de temps est disponible pour observer la faune. Les vitesses plus élevées accroissent les forces d'impact et les dommages possibles en cas de collision.
2. Le temps disponible pour observer les activités de la faune est limité par la charge de travail intense au cours des phases critiques de vol.
3. Compte tenu de la taille de ces aéronefs, une collision avec une envolée d'oiseaux peut conduire à des dommages à de nombreux endroits de l'aéronef.
4. Ces aéronefs sont plus gros et moins faciles à manœuvrer, ce qui complique les manœuvres d'évitement lors d'impacts d'oiseaux.

5. La taille de l'aéronef et du pare-brise et l'emplacement du poste de pilotage limitent la visibilité et la capacité de voir les oiseaux et les mammifères.
6. Les demandes de pistes de rechange pour éviter les concentrations d'oiseaux dans les grands aéroports sont sources de retards importants.
7. Les aéronefs commerciaux et d'affaires qui utilisent des aéroports achalandés sont soumis à des horaires très serrés; la rigidité des heures d'arrivée et de départ limite la capacité d'éviter la faune.
8. Au décollage, les aéronefs commerciaux et d'affaires sont souvent régis par des procédures de départ publiées et des exigences concernant le bruit et le trafic qui limitent la capacité à adopter d'autres trajectoires de vol pour éviter les zones où se trouvent des oiseaux.
9. À l'approche et à l'atterrissage, les contraintes sont les mêmes que pour le décollage et la montée. Les profils des vols sont régis par des procédures d'approche publiées. Dans les grands aéroports, le séquencement de forts volumes de trafic limite encore plus la flexibilité des trajectoires de vol..
10. Les statistiques sur les accidents d'aéronefs montrent qu'un grand nombre d'accidents d'aéronefs commerciaux et d'affaires se produisent pendant des décollages interrompus. La décision d'interrompre le décollage fait intervenir une question critique de temps; le succès de la manœuvre dépend d'une coordination précise de l'équipage. Des impacts multiples à plus d'un moteur risquent de se produire dans les décollages interrompus.
11. Un certain nombre d'incidents liés aux impacts d'oiseaux ont causé des dommages à plus d'un moteur ou système de bord, notamment :
    - B737 - Calgary 1993,
    - B747 – Montréal 1998,
    - B727 – Houston 1998.

    Compte tenu du nombre croissant des aéronefs—en particulier des bimoteurs—et l'augmentation des populations d'oiseaux, il existe de fortes possibilités de graves dommages causés par une collision en vol avec une envolée d'oiseaux aquatiques
12. Les opérations des giravions sont particulièrement difficiles car :
    - La majorité des hélicoptères sont utilisés à très basse altitude, normalement en dessous de 500 pieds AGL.
    - Le pilote se concentre sur la marge de franchissement du relief tout en effectuant ses tâches; il n'a donc que très peu de temps, voire pas du tout, pour surveiller les oiseaux.
    - Même pendant la phase de croisière, la plupart des hélicoptères restent près du sol.
    - Les vitesses des hélicoptères sont généralement inférieures à celles des aéronefs à voilure fixe, mais les normes de certification concernant les impacts d'oiseaux—même pour les hélicoptères de catégorie transport—ne sont pas rigoureuses (voir Chapitre 5).
    - Les hélicoptères perturbent davantage les colonies d'oiseaux que les avions à voilure fixe; par conséquent, le risque de collision augmente lorsque les oiseaux s'envolent.
    - Il existe un risque important de bris du pare-brise et de graves blessures et d'incapacité.

Établissement du plan de vol général par l'exploitant aérien et principes d'exploitation

Tous les vols doivent être planifiés et exécutés selon des techniques et des principes reconnus de réduction des risques d'impacts de la faune :

1. Planifier le vol de manière à circuler à l'altitude la plus haute possible; la probabilité des impacts d'oiseaux diminue considérablement au-dessus de 3 000 pieds AGL et les situations d'urgence sont plus difficiles à gérer à basse altitude.
2. La meilleure façon de réduire la probabilité d'impact d'oiseaux est de maximiser, au départ, la vitesse de la montée. Les avions à réaction devraient utiliser le profil vertical d'abattement du bruit 'A' (VNAP 'A'), de l'OACI. En voici les avantages :
   - basse vitesse de l'aéronef (V_2+10) qui réduit la force de choc;
   - vitesse ascensionnelle rapide pour atteindre une altitude de plus de 3 000 pi AGL aussi rapidement que possible;
   - la montée s'effectue aussi près que possible des limites de l'aéroport où le péril aviaire est contrôlé.
3. La réduction de la vitesse limite également la gravité de l'impact d'oiseaux—la force d'impact augmente selon l'indice carré de la vitesse (v. Chapitre 12, Tableau 12.1).
4. Soyez extrêmement prudent si vous accélérez à plus de 250 kts en dessous de 10 000 pieds ASL. Au Canada et dans certains autres pays, les aéronefs peuvent accélérer à plus de 250 kts au-dessus de 3 000 pieds AGL. Cela augmente la probabilité d'une collision avec des oiseaux, étant donné que le taux de montée est réduit pendant l'accélération, ce qui augmente le temps passé à des altitudes où les oiseaux risquent davantage d'être présents. La gravité possible d'une collision augmente également, étant donné l'accroissement de la force d'impact. Les impacts d'oiseaux au-dessus de 3 000 AGL sont plus rares, mais la majorité d'entre eux se produisent avec de gros oiseaux qui causent des dommages plus fréquents et plus graves.
5. Utiliser des projecteurs d'atterrissage en tout temps à une altitude inférieure à 10 000 pi AGL.
6. Éviter les routes suivantes :
   - Au-dessus de régions connues pour attirer les oiseaux, comme les refuges, les décharges et les usines d'emballage de poisson;
   - Le long des rivières ou des littoraux des lacs et océans, particulièrement à basse altitude. Les oiseaux, aussi bien que les pilotes, se guident sur ces aides pour naviguer;
   - Les eaux intérieures et les estuaires peu profonds à une altitude minimale peuvent abriter de grands nombres de goélands, d'échassiers et d'oiseaux aquatiques qui s'envolent régulièrement au lever et au coucher du soleil tout au long de l'année.
   - À une altitude minimale au-dessus des îles, des promontoires et des falaises. Ces zones sont fréquemment utilisées comme aires de nidification par des colonies d'oiseaux
7. Dans le cas des giravions, les techniques d'exploitation suivantes peuvent contribuer à réduire la probabilité et la gravité de collisions avec des oiseaux et des mammifères :

- Portez toujours un casque muni d'une visière. Le plus grand danger pour les pilotes d'hélicoptère à la suite du fracassement du pare-brise est la perte de la vue causée par les débris.
- S'assurer que les membres de l'équipage de conduite relisent les procédures d'urgence périodiquement, en particulier celles concernant l'autorotation.
- En cas de collision avec des oiseaux, demandez une inspection approfondie de l'hélicoptère avant le vol suivant, de préférence par un technicien d'entretien d'aéronef (TEA). Les dommages causés aux rotors principal et de queue ne sont pas facilement décelables.
- Les giravions sont capables d'évoluer dans des environnements très divers comportant chacun des risques propres liés à la faune. Le Chapitre 10 contient de l'information sur la façon d'aménager des aires d'atterrissage dans des régions éloignées—information que les exploitants aériens peuvent souhaiter inclure dans leurs manuels d'exploitation.

8. Bien que la plupart des espèces d'oiseaux soient surtout actives pendant la journée, de nombreux oiseaux comme les hiboux et les oiseaux aquatiques migrateurs se déplacent normalement la nuit.
9. Les oiseaux ont tendance à être plus actifs à l'aube et au crépuscule. De nombreuses espèces se déplacent à des heures prévisibles chaque jour; elles se rendent aux aires d'alimentation à l'aube et retournent se percher au crépuscule.
10. Au Canada, le risque d'impact d'oiseaux atteint un point culminant trois fois par an :
    - pendant la migration printanière, en mars et en avril;
    - en juillet et en août, lorsque les oisillons s'entraînent à voler et les aptitudes de vol des oiseaux adultes peuvent être gênées par la perte des plumes de leurs ailes
    - à l'automne, pendant la migration, en septembre et en octobre ;
11. Soyez conscient que 40 % de la population des bernaches du Canada habite certaines parties de l'Amérique du Nord et peut présenter un risque durant toute l'année.
12. Pendant les chaudes journées d'été, de nombreuses espèces d'oiseaux—comme les rapaces et les goélands—utilisent les courants thermiques et s'élèvent à de grandes altitudes.
13. On rapporte que des oiseaux de proie ont déjà attaqué un aéronef.
14. On peut évaluer l'envergure d'un oiseau en observant la vitesse de battement des ailes; plus le battement est lent, plus l'oiseau est gros et plus le potentiel de dommages est élevé. Les gros oiseaux et les bandes d'oiseaux sont une source de risques considérables pour les aéronefs.
15. Sachez que les oiseaux peuvent ne pas entendre un aéronef silencieux à temps pour éviter la collision.
16. Si vous voyez des oiseaux devant vous, essayez de les survoler tout en maintenant une vitesse prudente. Les biologistes ont observé que les oiseaux plongent habituellement lorsqu'ils sont menacés. D'autres études récentes indiquent que certains oiseaux peuvent voir les aéronefs comme des objets immobiles et s'en détourner lentement quand ils se croient à une distance suffisante.

17. Si une collision avec des oiseaux se produit, le pilote devrait :
    - garder le contrôle de l'aéronef. Ne pas oublier que le bruit d'un impact d'oiseaux peut être pire que les dommages qui en résultent;
    - consulter les listes de vérification appropriées et prendre toute mesure d'urgence pertinente;
    - évaluer les dommages et leurs effets sur les performances d'atterrissage;
    - atterrir à l'aéroport le plus près compte tenu de la température, des installations et des secours d'urgence;
    - demander l'aide des services de la circulation aérienne (ATS) et du personnel affecté aux services d'urgence aéroportuaires;
    - si vous croyez qu'il y a des dommages structuraux ou au système de commandes, une vérification de maîtrise de l'appareil pourrait être de mise avant de tenter l'atterrissage;
    - les problèmes de gouverne et de flottement n'apparaissent pas nécessairement sur un appareil à commandes électriques sur lequel il n'y a pas de lien entre la gouverne et le pilote. Il n'y a donc pas d'indication physique d'un flottement aérodynamique, alors que les indicateurs électroniques de position de commandes ne sont pas suffisamment fiables pour montrer un flottement de la gouverne;
    - observer les procédures approuvées décrites dans le manuel de vol et le manuel d'utilisation de l'aéronef si le pare-brise est cassé ou craquelé ; et
    - Si le pare-brise est fracassé, ralentissez l'aéronef pour réduire le souffle aérodynamique. Pensez à porter des lunettes de soleil ou protectrices pour réduire l'effet du vent, des précipitations ou des débris.
18. À la suite d'une collision avec des oiseaux ou des mammifères—et avant le vol suivant—faire inspecter soigneusement l'aéronef, conformément aux procédures d'entretien approuvées de la compagnie.

Techniques de planification et d'exploitation

Suivent ci-dessous, certaines des techniques de planification et d'exploitation qui ont été suggérées en vue de réduire la probabilité et la gravité d'impacts de la faune et qui devraient être incluses dans le Manuel d'exploitation (FOM) et le Manuel de vol de l'avion (AOM) de tout exploitant aérien;

Planification du vol

1. Pendant la phase de planification du vol, consultez les renseignements sur les risques aviaires éventuels et connus :

    - au départ,
    - en route,
    - à l'arrivée,
    - aux aéroports de dégagement prévus pour la destination ou en route.

    On peut obtenir des renseignements sur le péril aviaire dans :

- la documentation de l'aéroport contenue dans Supplément de vol-Canada (CFS) ou la publication équivalente pour le pays de destination;
- les NOTAM et, dans certains pays, l'information spécifique sur le péril aviaire connue sous le nom de BIRDTAM;
- la section Règles de l'air et Services de la circulation aérienne (RAC) de la Publication d'information aéronautique (A.I.P.)—en particulier pour les routes saisonnières des oiseaux migrateurs au Canada.
- Le site Web du Système d'information sur le péril aviaire (AHAS) : www.ahas.com pour connaître les déplacements courants des oiseaux.

2. Lors de la planification de la trajectoire de vol, employer des stratégies en vue de réduire la probabilité de collision avec des oiseaux ou des mammifères.

Préparation avant le vol

1. Lorsque vous vous approchez de l'aéronef, surveillez l'activité de la faune à proximité.
2. Pendant l'inspection avant le vol, vérifiez les indications de nids d'oiseaux dans toutes les cavités de la cellule et autour des moteurs, par exemple, des déjections d'oiseaux et de la paille éparpillée sur l'aéronef et autour. Pendant la saison de nidification, certains oiseaux peuvent construire une bonne partie d'un nid pendant que les pilotes sont en train de déjeuner.
3. Lorsque vous obtenez l'information du Service automatique d'information de région terminale (ATIS) et de l'aéroport, des ATS—ou UNICOM—notez les rapports d'activité d'oiseaux ou de mammifères.
4. Si possible, réchauffez le pare-brise. Conformément au manuel de vol ou au manuel d'utilisation de l'avion, le pare-brise sera plus souple et mieux en mesure de résister aux impacts avec des oiseaux.
5. Avant de mettre le moteur en marche et pendant l'examen des mesures à prendre en cas de situation critique, l'équipage de conduite devrait consulter les procédures d'urgence en cas d'impacts d'oiseaux qui s'appliquent à leur type d'aéronef et à son utilisation.

Roulement au décollage

1. Le décollage est une phase critique du vol; les statistiques sur les collisions montrent que 31 pour cent des impacts d'oiseaux et 39 pour cent des impacts de mammifères se produisent pendant cette étape (voir Chapitre 7).
2. Lorsqu'ils circulent en surface, en préparation pour le décollage, les pilotes devraient être aux aguets et prendre note de tout rapport provenant des agents ATS et d'autres exploitants concernant l'activité de tout oiseau et mammifère.
3. En circulant à la surface, les pilotes devaient faire rapport aux agents, à UNICOM et aux autres aéronefs des activités de tout animal sauvage observé sur les aires de trafic, les voies de circulation et les pistes.
4. Les pilotes doivent être particulièrement vigilants dans des aéroports où des services ATS sont ou ne sont pas disponibles ou quand le nombre d'heures d'opération des ATS est limité. Souvent ces aéroports ne sont pas dotés de systèmes de surveillance

ou de contrôle de la faune. Avant le décollage, il peut s'avérer nécessaire de remonter toute la longueur de la piste active pour s'assurer qu'elle est libre d'oiseaux ou de mammifères.

Décollage et montée

1. Comme il a déjà été dit, la meilleure façon de réduire la probabilité d'un impact d'oiseau est de maximiser au départ la vitesse de la montée. Les avions à réaction devraient utiliser le profil vertical d'abattement du bruit 'A' (VNAP 'A') de l'OACI.
2. Pendant le roulement sur la piste, les pilotes devraient se préparez mentalement à une éventuelle collision avec des oiseaux ou des mammifères pendant le décollage. Il devraient connaître les conditions susceptibles de gêner leur capacité à interrompre le décollage ou à continuer de voler avec un aéronef dont la performance est réduite. Ces conditions sont les suivantes :
   - conditions de la piste,
   - conditions météorologiques,
   - obstacles.
3. Avant de commencer le décollage, vérifiez à nouveau la piste; de nombreux oiseaux se tiennent sur les surfaces asphaltées et en béton pour se réchauffer et pour avoir une meilleure vue des prédateurs qui approchent..
4. Les pilotes auraient intérêt à ne pas oublier que l'aéronef qui décolle avant eux peut effrayer des oiseaux et des mammifères et les renvoyer sur leur trajectoire de vol.
5. S'il y a des oiseaux sur la piste, soyez prêt à attendre que le personnel de la gestion de la faune les disperse. Si la circulation et le temps le permettent, les pilotes devraient utiliser une autre piste. Le danger causé par la faune doit être traité comme n'importe quel autre problème de sécurité—en cas de doute, retardez le décollage jusqu'à ce que les conditions soient redevenues normales.
6. Allumez vos phares d'atterrissage au décollage. Bien que rien ne prouve concrètement que les oiseaux voient et évitent les phares des aéronefs, certaines données et incidents laissent à penser que les phares d'atterrissage— en particulier les phares d'atterrissage stroboscopiques—permettent aux oiseaux de mieux voir l'aéronef et leur donnent plus de temps pour éviter l'appareil.
7. Les radars météorologiques des aéronefs ne peuvent pas servir à avertir les oiseaux qui n'en captent pas les faibles émissions et fréquences.
8. En présence d'oiseaux, les pilotes devraient sélectionner le voyant allumage moteur pour le décollage afin de mieux protéger l'extincteur du réacteur sur les turbopropulseurs.
9. Si un impact survient lors du roulement au décollage avec des oiseaux ou des mammifères, il vaut mieux arrêter la manœuvre lorsque les conditions le permettent. Si possible, libérez la piste et arrêtez les moteurs. Avant de continuer, demandez une inspection approfondie, de préférence par un technicien d'entretien d'aéronef (TEA)
10. Soyez prêt à modifier votre montée pour éviter des oiseaux.
11. Si des oiseaux ont été signalés, prévoyez de diminuer la vitesse afin de réduire au maximum la force d'impact et les dommages

12. Si la présence d'oiseaux est anticipée dans une certaine plage d'altitude, monter au-delà de ces altitudes le plus rapidement possible, en observant la vitesse de montée la plus appropriée indiquée par le constructeur.
13. Comme la plupart des impacts d'oiseaux se produisent à moins de 10 000 pi AGL, continuer à voler en utilisant les projecteurs d'atterrissage pendant la montée jusqu'à ce que vous ayez dépassé cette altitude.

En route

1. Les pilotes devraient écouter les fréquences radio en route pour obtenir des renseignements à jour sur la présence d'oiseaux de la part des ATS et des autres aéronefs.
2. Les pilotes devraient signaler tous les déplacements dangereux d'oiseaux aux fournisseurs d'ATS et autres aéronefs.

Approche et atterrissage

1. L'approche et l'atterrissage constituent une phase critique du vol. Les statistiques relatives aux impacts indiquent que 39 pour cent des impacts d'oiseaux et 58 pour cent des collisions avec des mammifères se produisent lors de l'approche et de l'atterrissage (à nouveau, consulter le Chapitre 7).
2. Les pilotes devraient obtenir des services ATS, de l'ATIS, des UNICOM et des autres aéronefs l'information la plus récente sur tout péril aviaire ou risque de collision avec des mammifères
3. Les pilotes doivent être particulièrement vigilants dans les aéroports qui n'ont pas d'ATS ou ont des heures d'ouverture limitée d'ATS. Même si ces aéroports ne possèdent pas de programme de surveillance ou de gestion de la faune, il est prudent de demander au personnel de l'aéroport d'inspecter la piste pour s'assurer qu'elle est libre de tout animal dangereux. Surveillez la faune tout au long de l'approche et de l'atterrissage
4. Planifiez la trajectoire de descente et d'approche afin d'éviter les aires qui attirent les oiseaux.
5. Pendant la descente et l'approche dans des zones où se trouvent beaucoup d'oiseaux, réduisez la vitesse pour diminuer la gravité des impacts d'oiseaux possibles.
6. Si la présence d'oiseaux est signalée à certaines altitudes, les pilotes devraient utiliser un taux de descente plus élevé—sans augmenter la vitesse—pour réduire au maximum la possibilité d'impacts d'oiseaux.
7. Le danger causé par la faune pendant l'approche et l'atterrissage doit être traité comme n'importe quel autre problème de sécurité—en cas de doute, retardez-les jusqu'à ce que tout soit revenu à la normale.
8. Si vous voyez des oiseaux au moment de l'approche, envisagez une remise des gaz et une seconde approche, mais seulement si la remise des gaz est possible sans frapper les oiseaux après que la puissance a augmenté. Vous permettez ainsi aux oiseaux de se disperser avant votre retour.
9. Utilisez les phares d'atterrissage pendant l'approche et l'atterrissage pour rendre l'aéronef plus visible aux oiseaux.
10. Si vous voyez des oiseaux ou des mammifères, signalez leur présence aux ATS, UNICOM et aux autres aéronefs.

Après le vol

1. En cas d'impact d'oiseau ou de mammifère ou si les pilotes croient qu'un impact est survenu :
   - signaler les incidents au personnel de la compagnie affecté à l'entretien et faire inspecter soigneusement l'aéronef avant le vol suivant;
   - signaler les incidents au moyen des systèmes de rapport sur la sécurité, approuvés par la compagnie;
   - s'il y a lieu, remettre un compte rendu de l'incident au Bureau de la sécurité des transports du Canada.
2. Signaler toute collision avec des oiseaux ou des mammifères à Transports Canada. À l'étranger, donner un compte rendu de l'événement aux autorités appropriées. Voir à l'Annexe C des exemplaires de formulaires de rapports et des détails sur la procédure à suivre pour rendre compte d'une collision avec des oiseaux ou la faune. En remplissant les rapports concernant l'événement, essayez de :
   - fournir des renseignements supplémentaires utiles : photographier tous les restes d'oiseaux et les dommages, et expédier les photographies à Transports Canada avec le rapport.
   - S'il vous est impossible d'identifier les espèces, ramasser les restes, si petits soient-ils, et communiquer avec Transports Canada pour demander de l'aide (v. Annexe C pour obtenir de l'information d'une personne-ressource).

Entretien des avions

Les Procédures d'utilisation normalisées (SOP) devaient mettre en lumière :

- l'importance d'une inspection complète après une collision avec la faune,
- le compte rendu à l'organisme de sécurité aérienne de l'exploitant aérien des détails sur les dommages résultant de l'impact et le coût des réparations.

Les listes de vérification de la maintenance utilisées à la suite d'impacts avec la faune devraient :

1. respecter les procédures de compte rendu de l'exploitant aérien en cas de collision avec la faune et s'assurer que Transports Canada est informé de l'incident;
2. s'assurer que la collision n'a pas endommagé :
   - ou bloqué l'entrée d'air réacteur, les gaines d'échappement et les conduits de refroidissement et d'écoulement d'air,
   - le train d'atterrissage, la conduite hydraulique des freins, le vérin de sécurité train bas et tout autre interrupteur de verrouillage train sorti.;
3. vérifier l'intégrité structurale si l'on croit que les cellules ou la gouverne ont subi des dommages extérieurs bénins qui peuvent camoufler des dommages structuraux importants;
4. effectuer une inspection minutieuse des moteurs à turbine. Dans plusieurs incidents, des inspections visuelles superficielles n'ont pas décelé des dommages qui ont eu des effets sur les vols ultérieurs.

5. il convient de remarquer que le rotor principal et le rotor de queue des giravions sont susceptibles de subir des dommages difficiles à déceler;
6. encourager l'inclusion de renseignements additionnels qui peuvent être utiles, y compris des photographies des dommages et des restes d'oiseaux, qui peuvent être expédiées aux services de sécurité des exploitants aériens;
7. dans le cas où un oiseau ne peut être identifié, demander que tous les restes de l'oiseau—si petits soient-ils—soient expédiés aux services de sécurité des exploitants aériens (voir à l'Annexe C l'information sur les personnes-ressources)

Utilisation des aires de trafic

En ce qui concerne l'élimination des attractifs de l'aire de trafic, les procédures d'utilisation normalisées (SOP) devraient insister sur les aspects suivants :

- collecte immédiate de toutes les ordures—en particulier, les déchets de cuisine—qui devront être entreposés dans des conteneurs fermés;
- utiliser des conteneurs à ordures fermant hermétiquement;
- les conteneurs à ordures doivent être toujours fermés;
- le personnel affecté aux aires de trafic ne doit pas nourrir les oiseaux ou les mammifères afin de ne pas les attirer;
- signaler immédiatement au personnel de gestion de la faune de l'aéroport toute activité faunique sur l'aire de trafic.

Formation et sensibilisation

Grâce à la formation et à la sensibilisation des employés, les compagnies peuvent favoriser une culture qui permet de reconnaître le danger que représente la faune et qui suscite l'engagement à réduire ce danger de façon quotidienne et diligente.

Formation des employés

Tous les employés des exploitants aériens devraient recevoir une formation sur les risques d'impacts avec la faune et sur les coûts associés, en les sensibilisant à l'importance des SOP de la compagnie et de la vigilance à l'égard des risques que représente la faune—mesures essentielles à la gestion de la sécurité et au contrôle des coûts.

La formation au pilotage devrait faire l'objet d'une attention particulière et préparer l'équipage de conduite aux situations d'urgence qu'entraînent les impacts d'oiseaux et de mammifères. Voici certaines des stratégies suggérées en matière de formation :

- Séances d'information annuelles et formation périodique des pilotes qui devraient comprendre un examen des collisions récentes avec la faune qui ont affecté la compagnie et l'industrie. Ces séances d'information permettent d'examiner des scénarios typiques d'impacts et de déterminer les procédures les plus appropriées pour résoudre les problèmes connexes.

- Scénarios de simulation sur la dégradation de la performance de l'aéronef et les dommages au système multiple—comme ceux qui résultent d'impacts d'oiseaux—pour sensibiliser les pilotes à la gravité possible des impacts et à l'application appropriée des procédures d'exploitation approuvées. Dans un autre scénario de simulation fort utile, un membre de l'équipage est frappé d'incapacité quand un oiseau pénètre dans le pare-brise et l'autre membre d'équipage doit mettre en œuvre toutes les procédures d'urgence, y compris l'atterrissage à un aéroport approprié.
- Promotion des techniques de gestion dans le poste de pilotage (CRM) pour assurer une utilisation optimale des ressources du poste de pilotage en cas d'impact d'oiseau grave—ce qui est particulièrement important quand la visibilité est réduite en raison de la collision.

Sensibilisation des employés

Bien que les compagnies aériennes ne soient pas obligées de sensibiliser les employés aux problèmes associés aux impacts de la faune, le Règlement de l'aviation canadien (RAC) exige que les exploitants aériens distribuent de l'information à leurs employés sur les mesures de sécurité. Il existe un certain nombre de moyens pratiques et efficaces pour informer les employés des exploitants aériens des risques inhérents à la faune, notamment :

- publier périodiquement des statistiques de la compagnie concernant les collisions avec la faune;
- placer des affiches dans des endroits stratégiques en vue de sensibiliser les employés aux risques que pose la présence de la faune;
- afficher des bulletins spéciaux pour avertir les pilotes de nouveaux risques liés à la faune;
- publier des bulletins à l'approche des périodes de migration afin de rappeler aux pilotes les risques potentiels et les stratégies approuvées pour réduire la probabilité et la gravité des impacts d'oiseaux;
- utiliser l'information publiée par la compagnie sur la sécurité pour informer les employés des risques que représente la faune et des dernières nouveautés en matière de conception d'équipement ainsi de procédures de réduction des risques;
- renseigner le personnel sur les coûts élevés associés aux dommages résultant de collisions avec la faune;
- rendre facilement accessible aux employés les documents publiés par Transports Canada sur les risques que représente la faune.

Déclaration de collisions avec la faune

Comme on l'a vu au Chapitre 7, le manque de statistiques détaillées est une des lacunes les plus graves dans le cadre des efforts déployés pour résoudre le problème des collisions avec la faune. On estime que seulement 20 pour cent des collisions sont déclarées, en partie parce qu'il n'existe aucune exigence réglementaire à cet effet. À l'heure actuelle, les exploitants aériens possèdent des infrastructures qui leur permettent

de connaître les tendances en matière de sécurité. Ces systèmes seraient parfaits pour saisir et analyser les statistiques sur les collisions avec la faune.

Les exploitants aériens devraient envisager d'élargir ces systèmes et exiger que les équipages de conduite et le personnel de maintenance déclarent toutes les collisions avec la faune. Il est également important que ces données soient communiquées afin de disposer d'une base de données complète sur ces incidents, à l'échelle de l'industrie. Cette base de données pourrait servir à déterminer des tendances particulières et à promouvoir l'élaboration de solutions efficaces qui atténueraient les risques.

Voici certains éléments possibles d'un système de rapport de collisions avec la faune.

1. Le système de rapport doit être fondé sur le principe de déclaration non punitive d'un incident.
2. Les données du système qui sont communiquées à d'autres professionnels de la sécurité doivent être présentées de façon anonyme afin de ne pas révéler l'identité de l'auteur du rapport.
3. Les données sur les collisions avec la faune doivent être communiquées à d'autres professionnels de la sécurité comme Transports Canada et au personnel de gestion de la faune des aéroports.
4. Les formulaires de rapport d'incidents impliquant la faune devraient s'inspirer du formulaire *Rapport d'impact d'oiseau/de mammifère* de Transports Canada afin que les renseignements soient rapportés de façon exacte et uniforme.
5. Le personnel de la maintenance devrait également disposer d'un système de rapport pour faire état des incidents et des dommages découlant de collisions avec la faune.
6. Le système de rapport devrait inclure les coûts qu'ont entraînés les dommages causés par l'impact de la faune.
7. Le système de rapport devrait être doté d'une base de données structurée qui déterminerait les tendances en facilitant l'analyse et la tenue de dossiers à long terme.

Conclusion

Les exploitants aériens ont tout intérêt sur le plan financier et ont l'obligation juridique de chercher des moyens de réduire la probabilité et la gravité des impacts de la faune, en privilégiant notamment :

- des Procédures d'utilisation normalisées efficaces (SOP);
- une formation structurée et régulière des employés;
- un système efficace et non punitif de rapport sur la sécurité pouvant saisir les données sur les collisions avec la faune, et la communication intégrale et anonyme de l'information à l'industrie aéronautique.

Chapitre 12

Solutions – Constructeurs de cellules et moteurs

Introduction

Toutes les pièces d'un aéronef orientées vers l'avant—en particulier les moteurs—sont vulnérables aux dommages en cas de collision entre l'aéronef et la faune, comme nous l'avons vu au chapitre 7. Les normes de certification actuelles concernant les cellules et les moteurs d'aéronef en service ont été décrites au chapitre 5. Ce chapitre traite des progrès réalisés par les constructeurs et les organismes de réglementation pour assurer la *résistance aux impacts d'oiseaux* des cellules et des moteurs—améliorer la capacité des aéronefs à supporter les heurts d'oiseaux et de mammifères.

La recherche et les progrès actuels portent sur trois domaines :

- normes de certification,
- modification de la conception et des matériaux des composants,
- essais au choc.

Normes de certification

Les normes de navigabilité concernant les cellules et les moteurs font l'objet d'examens périodiques. Parfois, de nouvelles données contenues dans les rapports d'accidents et les systèmes de rapport de sécurité indiquent que les normes en vigueur doivent être améliorées afin de mieux tenir compte du contexte d'exploitation. Dans ce cas, les organismes de réglementation s'engagent à réviser les normes. Mais il est important de noter que les nouvelles normes ne s'appliquent pas aux cellules et moteurs certifiés en vertu des anciennes règles.

Les nouvelles normes de certification visent à améliorer la sécurité sans entraîner des pénalités économiques indues susceptibles de découler de la mise en œuvre de nouveaux règlements. Le processus de réglementation prend du temps, nécessite des recherches et une collaboration très importantes. Les changements de règles proposés sont présentés à l'industrie afin d'obtenir ses observations, qui sont ensuite évaluées et intégrées dans les normes nouvelles ou révisées. Il arrive que ce processus prenne plusieurs années.

Harmonisation internationale des exigences en matière de navigabilité

Comme nous l'avons vu au chapitre 5, deux organismes certifient les cellules et les moteurs :

- la Federal Aviation Administration (FAA)
- la European Joint Aviation Authority (JAA).

En général, les aéronefs sont certifiés selon les normes de la FAA et de la JAA, bien que le fait de respecter les différences entre ces normes peut entraîner une hausse des coûts pour les constructeurs et une prolongation du processus de certification.

Depuis quelques années, la FAA et la JAA se sont entendus pour que les règlements internationaux en matière de navigabilité soient conformes tant sur le fond que sur la forme, de manière à abaisser les coûts de la certification et améliorer la sécurité aérienne en général.

On trouve un exemple de cette harmonisation dans les modifications du 8 août 1996 aux normes de navigabilité de la FAA concernant les giravions de catégorie normale (FAR 27) et de transport (FAR 29)—modifications qui ont permis d'améliorer les normes visant la performance, les systèmes, la propulsion et les cellules des hélicoptères. Ces changements ont été également les premiers à incorporer des exigences concernant la protection contre les impacts d'oiseaux. Les modifications proposées ont été examinées par un certain nombre de groupes, notamment :

- les principaux constructeurs de giravions,
- Aerospace Industries Association of America, Inc.,
- L'Association européenne des constructeurs de matériel aérospatial,
- Helicopter Association International,
- European Joint Aviation Authorities (JAA),
- Transports Canada,
- L'autorité de l'aviation civile du Royaume-Uni.

La JAA a non seulement accepté le projet de règle de la FAA, mais également les efforts visant l'harmonisation des normes de certification et des règlements aux États-Unis et dans les communautés européennes. Pour atteindre pleinement les objectifs d'harmonisation, la JAA a préparé et publié un règlement identique devant coïncider avec la règle définitive pour les parties 27 et 29 des FAR. Il s'agit de poursuivre le processus d'harmonisation des autres règlements au cours des prochaines années.

Des exigences plus rigoureuses concernant la navigabilité face au péril aviaire

Un des moyens efficaces de réduire la gravité des impacts de la faune est d'imposer des exigences plus rigoureuses quant à la résistance au choc des cellules et des moteurs.

	Vitesse de l'aéronef (noeuds)								
Espèces d'oiseaux et poids (livres)	**100**	**150**	**200**	**250**	**280**	**300**	**350**	**400**	**450**
Étourneau 0 187 (3 onces)	995	2 238	3 978	6 216	7 798	8 951	12 184	15 913	20 140
Goéland à bec cerclé 1.5	2 775	6 244	11 100	17 343	21 756	24 974	33 993	44 399	56 193
Canard 4.0	6 078	13 676	24 314	37 990	47 655	54 706	74 461	97 255	123 088
Oie du Canada 15.0	9 118	20 515	36 471	56 985	71 482	82 059	111 691	145 883	184 633

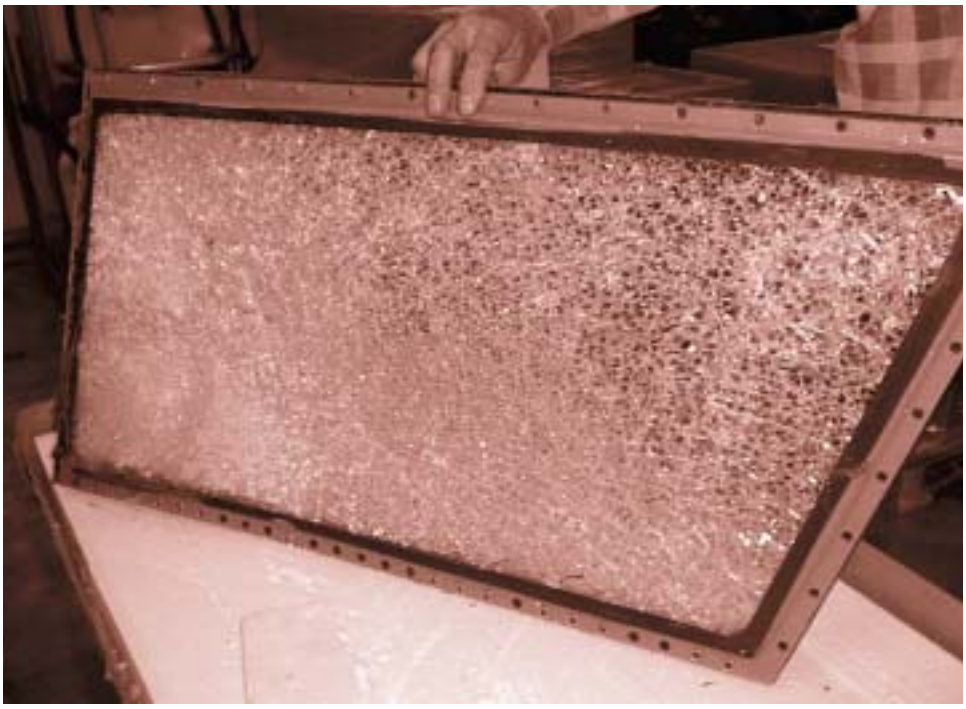
Tableau 12.1 Force d'impact d'oiseau approximative (livres)

Modifications des exigences relatives à la navigabilité des cellules

Aucune proposition n'a été publiée afin d'améliorer les exigences relatives à la résistance au choc. Pourtant, une analyse récente des données sur la population des oiseaux et les incidents de collision indique une nette augmentation du nombre des impacts d'oiseaux appartenant à des espèces de grande envergue—des espèces qui, de par leur taille et leur poids, ne sont pas visées par les exigences de certification actuelles pour les pare-brise et les cellules. Dans de nombreux cas, les impacts avec ces oiseaux ont entraîné des pénétrations de pare-brise, des blessures graves de pilotes et des dégâts importants et coûteux de cellules.

Les données sur la population aviaire montrent que la population de la bernache du Canada en Amérique du Nord a augmenté de deux millions en 1990 à plus de six millions à la fin de 1999; environ 40 pour cent des bernaches du Canada en Amérique du Nord restent dans les régions urbaines toute l'année. De nombreuses bernaches pèsent bien au-delà de 15 livres et certains spécimens peuvent dépasser 18 livres—des chiffres à prendre au sérieux étant donné que les normes actuelles concernant la résistance au choc des pare-brise concernent des impacts par des oiseaux de quatre livres à une vitesse de calcul en croisière (V_C).

Le tableau 12.1 montre des forces d'impact approximatives par poids d'oiseau et vitesse d'impact. On constate que l'impact d'un oiseau de quatre livres avec un pare-brise à 300 kts donne une force d'impact allant jusqu'à 55 000 livres. Par contre, l'impact d'une bernache de 15 livres avec un pare-brise à 300 kts donne une force d'impact allant jusqu'à 82 000 livres—une force qui dépasse ce qui est prévu dans les normes de certification des pare-brise de 200 à 300 pour cent (voir les annexes 12.1 et 5.1).



Le pare-brise de ce B737 a été endommagé à la suite d'un impact d'oiseau à 10 000 pieds ASL.

Bien que les données fournissent des preuves convaincantes, invitant à des normes de certification plus rigoureuses concernant les impacts d'oiseaux avec les cellules, les coûts que pourrait représenter l'actualisation des normes de résistance aux impacts d'oiseaux de la flotte des aéronefs existante seraient énormes.

Modifications des exigences de navigabilité

Le 14 septembre 2000, la FAA a publié des normes révisées sur l'ingestion d'oiseaux par les réacteurs (FAR 33), en réponse aux données qui définissent la menace réelle que représentent les oiseaux pour un réacteur en service. Ces normes tiennent compte également du désir d'harmoniser les critères de la FAA sur l'ingestion d'oiseaux avec ceux rédigés par la JAA—des normes qui reconnaissent à la fois la capacité des nouveaux turbomoteurs à grosse entrée d'air à absorber un nombre croissant d'oiseaux et les poids véritables des oiseaux absorbés.

Les essais d'absorption d'oiseaux pour les moteurs certifiés avant le 14 septembre 2000 sont fondés sur des impacts de gros oiseaux pesant 4 livres et de volées d'oiseaux moyens pesant 1,5 livres. Au cours du processus d'élaboration des règlements, l'industrie a accepté que les multiples impacts avec ces oiseaux fassent également partie du processus de certification des nouveaux moteurs. C'est ainsi que l'exigence concernant les grands oiseaux a été mise à jour afin d'incorporer des poids de 4 à 8 livres, en fonction de

		Norme de certification originale		Norme de certification révisée (Sep, 2000)	
Type de moteur	Adm. d'air	Quantité et poids des gros oiseaux	Quantité et poids des oiseaux moyens	Quantité et poids des gros oiseaux	Quantité et poids des oiseaux moyens
JT8D	2290	1 @ 4 0 livres	4 @ 1 5 livres	1 @ 6 05 livres	1 @ 2 53 livres plus 3 @ 1 54 livres
RB211	4300 - 5808	1 @ 4 0 livres	4 @ 1 5 livres	1 @ 6 05 livres	1 @ 2 53 livres plus 6 @ 1 54 livres
JT9D	6940	1 @ 4 0 livres	4 @ 1 5 livres	1 @ 8 03 livres	3 @ 2 53 livres
PW2037/2043	4902	1 @ 4 0 livres	4 @ 1 5 livres	1 @ 6 05 livres	1 @ 2 53 livres plus 6 @ 1 54 livres
CF6	6973	1 @ 4 0 livres	4 @ 1 5 livres	1 @ 8 03 livres	3 @ 2 53 livres
CFM56	2922 - 4072	1 @ 4 0 livres	4 @ 1 5 livres	1 @ 6 05 livres	1 @ 2 53 livres plus 6 @ 1 54 livres
V2500	3217	1 @ 4 0 livres	4 @ 1 5 livres	1 @ 6 05 livres	1 @ 2 53 livres plus 4 @ 1 54 livres
PW4000	6940 - 7854	1 @ 4 0 livres	4 @ 1 5 livres	1 @ 8 03 livres	4 @ 2 53 livres

Tableau 12.2 Exigences originales et révisées de la FAR 33 concernant le poids et la quantité des oiseaux pour la certification moteurs indiqués au chapitre 5, Tableau 5.1 (1)(2)(3)

(1) Les RR Trent 553/768/875/8104, PW4084/4098 et GE90 ont été volontairement certifiés à la norme révisée et ne sont pas indiqués.

(2) L'exigence de certification originale pour l'ingestion des petits oiseaux pour tous les moteurs énumérés était de 16 oiseaux @ 0,187 livres.

(3) L'exigence de certification révisée pour l'ingestion des petits oiseaux pour tous les moteurs énumérés est de 16 oiseaux @ 0,187 livres.

l'information obtenue sur les moyennes de poids des oiseaux figurant dans l'étude de 1990 de la FAA sur les gros moteurs à taux de dilution élevé.

Dans cette étude, la FAA a également examiné les données sur les populations d'oiseaux et constaté que le goéland argenté de 2,5 livres représentait un danger d'impact de volée d'oiseaux dans la plupart des aéroports côtiers de l'hémisphère nord. Pour confirmer ce soupçon, on a procédé à une évaluation des poids d'oiseaux absorbés par les réacteurs.

À la suite de cette étude, une nouvelle norme de certification, mettant à jour les exigences relatives à la conception et aux essais pour toutes les tailles de réacteurs et renforçant les exigences concernant les essais d'absorption d'oiseaux pour les gros turboréacteurs à double flux et haut de dilution élevé, a été élaborée. La norme révisée vise les impacts de gros oiseaux seuls ainsi que de volées d'oiseaux et fixe un certain nombre de paramètres pour l'évaluation de la navigabilité des moteurs. La FAR 33 du 14 septembre 2000 révisant les normes de certification des moteurs en ce qui concerne l'ingestion d'oiseaux figure au tableau 12-2.

Au tableau 12.2, on compare les anciennes et les nouvelles normes de certification des moteurs en ce qui concerne les exigences de poids des oiseaux pour les moteurs énumérés au chapitre 5, tableau 5.1. Les gros turbomoteurs à double flux (la série RR Trent, les P&W 4084/4098 et le GE90) ne figurent pas dans ce tableau; ces moteurs ont fait l'objet d'essais volontaires de la part des constructeurs afin de respecter les nouvelles normes de certification.

Des données plus récentes de l'industrie soulèvent des questions au sujet des hypothèses qui ont été utilisées pour élaborer les nouvelles normes de certification. Les deux grands sujets de préoccupation sont les suivants :

- l'hypothèse que l'ingestion des gros oiseaux ne touche qu'un moteur. Les données sur les impacts ont montré l'augmentation inhabituelle du nombre des impacts avec de gros oiseaux touchant *plus* d'un moteur.
- l'hypothèse d'une vitesse maximale d'impact de 200 kts avec de gros oiseaux. La plupart des aéronefs ont été conçus et certifiés pour voler à des vitesses inférieures à 250 kts dans l'espace aérien occupé par les gros oiseaux; une augmentation de 50-kt de la vitesse d'impact pourrait causer des dommages beaucoup plus graves.

Changements de conception et de matériaux pour les composants des cellules et des moteurs

Les progrès réalisés dans la conception et la fabrication assistées par ordinateur (CAO/FAO) ont donné lieu à un certain nombre d'amélioration dans la conception des cellules et des moteurs. De nouveaux matériaux—composites en fibres de carbone—offrent une résistance supérieure et une réduction de la masse.

Progrès dans la conception des cellules et les matériaux

L'efficacité motive la conception des nouvelles cellules, en utilisant des matériaux plus légers, plus résistants afin d'améliorer la consommation de carburant spécifique et les plages de vitesse—plutôt que d'améliorer la résistance aux impacts d'oiseaux.

Des améliorations importantes ont été réalisées dans la protection des composants critiques comme la tuyauterie à carburant, les câbles de commande de vol, les lignes hydrauliques et le câblage électrique—de manière à ce que les impacts de la faune n'aient pas d'effets sur leur fonctionnement. Le déplacement de ces composants dans les ailes et les fuselages a permis de réduire la possibilité de dommages importants conduisant à des pannes multiples des systèmes et d'améliorer la survivabilité générale des aéronefs.

La création de systèmes de commandes de vol électriques a représenté une étape positive dans la réduction des dommages causés aux aéronefs par les impacts d'oiseaux. Cette façon de concevoir les systèmes de commande de vol—motivée par une diminution considérable du poids des aéronefs—transmet l'information de commande du poste

L'USAF met au point des verrières sans cadre à moulure par injection qui sont très résistantes aux impacts d'oiseaux.

de pilotage par ordinateur. Les ordinateurs traitent l'éventail des paramètres de commande et envoient le signal à l'actionneur des commandes de vol approprié. Avant l'adoption des systèmes de commandes électriques, les bielles et les câbles de commande reliaient directement le poste de pilotage à la gouverne particulière (avec ou sans un type quelconque de servo-commande).

Les nouveaux systèmes de commandes électriques réduisent la vulnérabilité des commandes de vol en éliminant les éléments compliqués qui passent par les ailes, le fuselage et la queue. Les systèmes de commandes électriques sont également conçus de manière à incorporer des couches multiples de redondance, construits pour permettre le mouvement indépendant de chaque gouverne au moyen d'un ordinateur de secours et de systèmes hydrauliques. On compense les dommages causés au système de commande en augmentant les mouvements de commande sur les surfaces non touchées par les défaillances.

Un des inconvénients des systèmes de commandes électriques est qu'ils ne fournissent pas de rétroaction physique directe des gouvernes—les pilotes ne peuvent pas sentir le flottement de commande à la suite des dommages. Les systèmes de commandes électriques comportent des indicateurs électroniques de position de commande, mais ces instruments ne sont pas suffisamment fidèles pour détecter un flottement aérodynamique—un indicateur important du degré des dommages causés aux gouvernes. S'il atteint une ampleur ou une fréquence suffisante, le flottement aérodynamique peut finir par conduire à une panne structurelle et une perte des commandes.

La force de résistance des transparences d'aéronefs a bénéficié de la recherche et développement réalisés sur les nouveaux matériaux et les systèmes de chauffage qui contribuent à maintenir la flexibilité des pare-brise. D'autres recherches sont réalisées sur des aéronefs militaires à l'aide de matériaux composites afin de renforcer l'encadrement du pare-brise. De plus, le Programme sur la transparence de nouvelle génération de l'USAF met au point des transparences sans montures à moulure à injection pour les avions de chasse. Plus légers que les modèles existants, ces transparences comportent moins de pièces, réduisent les temps de commutation et sont beaucoup plus résistantes aux impacts d'oiseaux. Les progrès issus de cette recherche militaire aboutiront à des améliorations dans la construction des pare-brise d'aéronefs civils.

Progrès dans la conception et les matériaux des moteurs

Les progrès réalisés dans la technologie des moteurs sont considérables, les turboréacteurs à taux de dilution élevé devenant le réacteur privilégié sur presque tous les nouveaux gros aéronefs commerciaux. La puissance de ces moteurs permet de propulser de gros aéronefs comme les Boeing B777 et les Airbus A330 avec seulement deux moteurs. Les avantages sont notamment une plus grande efficacité énergétique et une réduction des coûts de maintenance par rapport aux trois ou quatre moteurs utilisés normalement dans la génération précédente des aéronefs comme les DC8, B707, L1011 et DC10.

La nouvelle génération des moteurs d'aéronefs a été conçue de manière à respecter les dernières normes de certification sur la navigabilité des moteurs. La technologie de conception assistée par ordinateur et les matériaux de pointe permettent de construire des soufflantes, des compresseurs et des aubes de turbine plus larges et plus longues et d'améliorer l'efficacité thermodynamique. L'intégrité structurelle renforcée de ces composants a également permis d'améliorer leur résistance aux dommages causés par les impacts d'oiseaux.

Les nouveaux moteurs d'aéronefs utilisent également la régulation automatique à pleine autorité redondante (FADEC) afin d'optimiser le rendement des moteurs. La FADEC permet de mieux surveiller les moteurs et d'avoir des systèmes d'alarme qui adaptent les paramètres des moteurs afin de maintenir la puissance nécessaire même lorsque le moteur a subi des dommages. Les systèmes FADEC choisissent automatiquement le voyant allumage moteur en cas d'extinction du réacteur.

Essais d'impacts d'oiseaux

Au moyen d'essais d'impacts d'oiseaux, de nouveaux moteurs et cellules font l'objet d'impacts d'oiseaux simulés et réels.

Les pare-brise et les cellules sont testés à l'aide de canons à air comprimé, qui euthanasient directement les oiseaux contre les composants des cellules à des vitesses nominales. Les composants sont reliés aux instruments qui mesurent les forces d'impact et la distorsion. Des films à grande vitesse permettent un visionnement au ralenti qui

Photo : Tony Bosik

Figure 12.1 Installation d'essai des pare-brise et composantes de cellules

illustre la progression des dommages et la trajectoire des oiseaux après l'impact. La figure 12.1 montre des installations typiques d'essais d'impacts d'oiseaux pour les pare-brise.

Les essais moteurs commencent par les aubes de soufflante soumises aux essais de charge de choc afin de vérifier l'intégrité structurelle. Les oiseaux euthanasiés sont ensuite envoyés dans les moteurs en marche au moyen d'armes à air comprimé multitube. Les moteurs sont soigneusement surveillés pendant l'impact et pendant une période fixe suivant l'impact, en enregistrant les paramètres moteurs comme les pressions, les températures, les forces accélérométriques et les valeurs de contrainte. Les essais d'impact sont également filmés à grande vitesse afin d'observer les trajectoires des oiseaux et la déformation des pales de moteur. La figure 12.2 montre un exemple d'équipement d'essai d'impact d'oiseaux.

Récemment, les constructeurs de cellules et de moteurs ont étudié la possibilité d'utiliser la simulation informatique pour la modélisation des impacts d'oiseaux. Cette technique se révélera extrêmement utile au stade de la recherche et développement, en éliminant des essais réels coûteux qui entraînent parfois la destruction de moteurs et de pare-brise prototypes. Les constructeurs étudient également la possibilité d'utiliser des modèles d'oiseaux pour les essais d'impact—des outils qui offrent non seulement une densité et une forme constantes et des résultats plus exacts, mais également tiennent compte des préoccupations soulevées par les groupes de défense des animaux.

Figure 12.2 Installation d'essai des impacts d'oiseaux pour les réacteurs

Conclusion

Les constructeurs aériens cherchent continuellement à améliorer la qualité des produits. Afin de réduire les dommages éventuels causés par les impacts avec la faune, il y a lieu de tenir compte des principes suivants :

- Les constructeurs de cellules et moteurs doivent continuer d'évaluer les données afin que les normes de certification tiennent compte des risques réels des impacts d'oiseaux.
- Les constructeurs doivent appliquer la technologie de conception et les nouveaux matériaux aux moteurs et cellules afin d'améliorer la résistance aux impacts d'oiseaux. Toutefois, lorsqu'on utilise de nouveaux matériaux pour réduire le poids, par exemple—comme les hélices composites sur les aéronefs à turbopropulseurs de transport modernes—l'industrie doit veiller à tester suffisamment les propriétés de défaillance.
- Les constructeurs doivent continuellement évaluer et modifier leurs méthodes d'essais afin qu'elles rendent compte de cas réels.
- L'industrie devrait se rappeler que même si de nouvelles normes de certification ont été récemment adoptées—et que des normes encore plus nouvelles sont en préparation—les moteurs certifiés conformément aux anciennes règles restent les plus nombreux dans la flotte de transport des aéronefs à réaction et continueront de l'être pendant encore une autre génération. La menace accrue des impacts d'oiseaux a conduit à l'adoption de normes renforcées pour la conception et la construction des futurs moteurs. Ce maillon défaillant dans la chaîne de sécurité souligne l'importance des efforts déployés par les aéroports dans la gestion des oiseaux.

Chapitre 13

Solutions—Leçons à tirer de l'expérience de l'aviation militaire

Introduction

Selon les statistiques d'accidents suivantes, il est évident qu'il existe toujours des risques considérables et spécifiques associés aux impacts d'oiseaux dans le contexte de l'aviation militaire. Veuillez noter que pour les fins de cette liste, les accidents graves impliquent au moins un des cas suivants : un aéronef détruit, un aéronef endommagé et non réparable ou un décès.

- Pour la période de 1950 à 1999—et selon les données exhaustives fournies par 32 pays—286 accidents graves d'aéronefs militaires ayant causé 141 décès se sont produits.

- Pendant la même période, environ 67 accidents graves ayant causé au moins 24 décès ont eu lieu dans neuf autres pays pour lesquels il existe des données partielles.

- Les totaux pour lesquels il existe des données complètes ou partielles comprennent donc un minimum de 353 accidents graves ayant causé 165 décès—148 membres d'équipage et 17 personnes au sol.

- Trois des 353 accidents graves ont entraîné la mort d'un membre d'équipage de conduite à la suite d'une pénétration de pare-brise. Dans chacun de ces trois accidents, un second membre d'équipage de conduite a terminé le vol. Dans les 350 accidents restants, l'aéronef a été détruit ou endommagé sans pouvoir être réparé.

- Dans la mesure où un seul pays a fourni des données complètes pour la période allant de 1950 à 1999, on peut supposer que le nombre d'accidents vraiment graves a probablement dépassé 353.

- Le nombre de décès a beaucoup augmenté à partir de 1990—au moins 88 pertes de vie. De plus, depuis 6 ans, un minimum de trois gros aéronefs militaires à quatre réacteurs a été perdu dans des accidents de l'aviation militaire dus à des impacts d'oiseaux. Le problème semble donc s'aggraver.

- Des rapports non officiels indiquent que plusieurs autres pertes ont été subies au cours de l'année 2000.

Comparaison de l'aviation militaire et civile : type et rôle des aéronefs

Transport militaire

C'est par ses flottes de gros aéronefs à réaction de transport à long rayon d'action, comme ceux utilisés par l'armée de l'air des États-Unis (USAF) que l'aviation militaire est la plus proche de l'aviation civile. Ces aéronefs sont notamment les suivants :

- le Lockheed Starlifter C-141, un quadrimoteur;
- le Lockheed Galaxy C-5, le plus gros avion de transport du monde;
- le nouveau quadrimoteur McDonnell-Douglas C-17 (maintenant Boeing).

La Coalition des États indépendants (CEI)—y compris la Russie, l'Ukraine et l'Inde—emploient :

- le quadrimoteur Ilyushin Candid Il-76;
- le quadrimoteur Antonov Condor AN-124, le deuxième plus gros transporteur du monde;
- l'Antonov AN-225 à six moteurs, le plus gros aéronef du monde.

De loin le plus commun des aéronefs de transport militaire est le quadriturbopropulseur Lockheed Martin Hercules C-130, qui est entré en service en 1955. Conçu pour des pistes courtes et des atterrissages difficiles près des champs de bataille, le C-130 continue d'être

Photo : Denis Cloutier

Hercules C-130. Voici le type d'aéronef qui s'est écrasé à la base aérienne de Eindhover en Hollande le 15 juillet 1996. Cet accident, causé par un impact d'oiseau, a coûté la vie à 34 personnes.

Photo : Denis Cloutier

Boeing KC 135. Cet aéronef sert à l'avitaillement en vol.

populaire; en 1998, on comptait 1 447 C-130 dans les flottes militaires de 56 pays. Les nouveaux modèles comprennent une avionique et des moteurs plus récents.

Ravitailleur

Certains aéronefs à réaction de transport civil ont été adaptés pour servir de ravitailleurs à des fins militaires. Ils transportent du carburant et permettent l'avitaillement en vol des avions de chasse. La USAF—notamment la Air Force Reserve et la Air National Guard—utilisent deux types de ravitailleurs :

1. le quadrimoteur KC-135 plus ancien—le précurseur de l'avion à réaction de passagers Boeing 707;
2. le nouveau KC-10—un Douglas DC-10 modifié.

D'autres pays utilisent des bombardiers convertis en ravitailleurs. Par exemple, le Royaume-Uni utilise des BAe Victors, qui possèdent quatre turboréacteurs à double flux, alors que la CEI utilise le Tupolev Badger Tu-16 biturbine.

Dans la mesure où les ravitailleurs volent généralement pendant de longues périodes à des altitudes élevées, ils sont susceptibles d'être heurtés par des oiseaux seulement au moment du décollage et de l'atterrissage. Par conséquent, les risques d'impact sont les mêmes pour ces aéronefs que pour les aéronefs civils équivalents.

Aéronefs de patrouille maritime, de lutte anti-sous-marine et de détection

On utilise divers types d'aéronefs militaires pour les patrouilles maritimes et la lutte anti-sous-marine (ASW). L'aéronef le plus fréquemment utilisé pour les patrouilles

Photo : Denis Clouter

AWACS E-3B. L'USAF a perdu un seul de ces aéronefs. L'accident a été causé par un impact d'oiseau le 22 septembre 1995 à la base aérienne de Elmendorf, en Alaska.

maritimes est le Lockheed Orion P-3, une version militaire du Lockheed Electra. Le P-3 est un quadriturbopropulseur et peut voler jusqu'à 12 heures. Il existe environ 500 P-3 utilisés par 14 pays; les militaires canadiens se servent d'une version du P-3 appelée le Aurora CP-140. L'équivalent du P-3 utilisé par la CEI est le quadriturbopropulseur Ilyushin Il-38. La Royal Navy utilise le BAe Nimrod, un quadrimoteur dérivé de l'avion à réaction de passagers Comet. Plusieurs pays européens utilisent le Dassault-Breguet Atlantic construit en France pour les patrouilles maritimes et la lutte ASW. Ces aéronefs volent la plupart du temps à une altitude relativement haute lorsqu'ils se rendent dans les zones de patrouille ou en reviennent, mais descendent à de faibles altitudes (moins de 500 pieds) au-dessus de l'océan lorsqu'ils effectuent des patrouilles anti-sous-marines.

Le Sentry E-3 du système aéroporté d'alerte et de contrôle (AWACS) est dérivé du KC135/Boeing 707 et effectue de longues patrouilles à haute altitude. Utilisé en Europe et par l'OTAN, le E3 tourne au-dessus des champs de bataille et sert de centre des opérations pour la défense aérienne aéroportée. En ce qui concerne les risques d'impacts d'oiseaux, le Boeing E-3 est aussi vulnérable que de nombreux autres avions à réaction de passagers plus anciens qui continuent d'être utilisés de par le monde. L'équivalent pour la CEI du E-3 est le Ilyushin Mainstay Il-76, une version modifiée du quadrimoteur de transport Candid Il-76.

Bombardiers

Le bombardier le plus célèbre toujours en service aujourd'hui est le Stratofortress B-52 utilisé par le Commandement aérien stratégique et l'USAF. Utilisant huit turboréacteurs et transportant une importante charge utile sur de grandes distances, le B-52 circule

Photo : Denis Cloutier

Rockwell International B-1B. Le 28 septembre 1987, un B-1B est entré en collision avec un pélican d'Amérique pendant une mission en basse altitude au Colorado. Trois membres d'équipage ont été tués.

à haute altitude—au-dessus de l'espace aérien occupé normalement par les oiseaux. Le récent bombardier supersonique à long rayon d'action Rockwell International B-1B circule à très grande vitesse en haute et basse altitudes. En haute altitude, ces aéronefs courent les mêmes risques d'impact que les transporteurs civils, surtout à l'atterrissage et au décollage; à basse altitude, les B-1B courent des risques beaucoup plus élevés, compte tenu surtout de leurs vitesses très élevées. Le bombardier furtif Northrop B-2 de l'USAF se déplace surtout à haute altitude—au-dessus de la plupart des oiseaux.

Chasseurs et avions d'attaque

Ces aéronefs sont propres à l'aviation militaire. Ils possèdent un ou—au maximum—deux moteurs et des équipages de une ou deux personnes. Les chasseurs de supériorité aérienne évitent d'être détectés en volant à des altitudes extrêmement hautes ou basses. Ces aéronefs volent bas également pour effectuer des attaques de cibles terrestres. C'est pendant ces vols à grande vitesse et basse altitude qu'ils risquent le plus de heurter des oiseaux.

Parmi les chasseurs de supériorité aérienne, citons le Grumman Tomcat F-14 décollant des porte-avions de la marine américaine. Le Tomcat est un bimoteur, à deux membres d'équipage, à voilure à géométrie variable. Les équivalents utilisés par l'USAF sont des variations du McDonnell Douglas (maintenant Boeing) Eagle F-15—un chasseur de supériorité aérienne bimoteur évolué polyvalent, mono ou biplace et tous temps. Israël, le Japon et l'Arabie Saoudite utilisent également le F-15 à diverses fins. Le General Dynamics (maintenant Lockheed Martin) Falcon F-16 est un chasseur monomoteur, monoplace mis au point par l'USAF. Il est relativement bon marché par rapport à d'autres chasseurs modernes évolués et est utilisé par les forces militaires de 17 pays.

Photo : Denis Cloutier

Falcon F-16 de General Dynamics

Le Royaume-Uni, l'Italie et l'Allemagne se servent du Panavia Tornado ADV, un biréacteur à voilure à géométrie variable, tous temps.

Le Dassault-Breguet Mirage III français est l'un des chasseurs et des avions d'attaque les plus utilisés dans le monde, soit dans 25 pays. Le McDonnell Douglas/Northrop Hornet F/A-18 est un chasseur et avion d'attaque classique conçu au départ pour la marine américaine comme un bimoteur de supériorité aérienne embarqué, monoplace. Connu au Canada sous le nom de CF-18, le F-18 est également utilisé par 7 autres pays.

Le Mirage 5 français est la version d'attaque au sol du Mirage III. Beaucoup plus lent est le Fairchild Republic Thunderbolt A-10, plus connu sous le nom de warthog—un avion subsonique monoplace, bimoteur à double flux. Le A-10 est lourdement armé et transporte un armement d'attaque au sol important. Volant presque exclusivement à basse altitude, le A-10 est très vulnérable aux impacts d'oiseaux.

Avions d'entraînement militaire

Les pilotes militaires à l'entraînement commencent avec des avions relativement petits, à deux sièges, mono ou bimoteur avant de passer à des aéronefs ressemblant davantage aux bombardiers, chasseurs et hélicoptères d'attaque sur lesquels ils voleront finalement. Au cours des dernières décennies, les avions à réaction sont devenus les aéronefs d'entraînement privilégiés, alors que les monoturbopropulseurs servent à l'entraînement initial. Les monoturbopropulseurs PT6 sont des éléments du Texan II—livré à l'USAF et la marine américaine—et de la version de l'Aviation royale du Canada de ce même aéronef, le Harvard II. Les avions d'entraînement à réaction comprennent les bimoteurs T-37 et T-38A (É.-U.) et le monomoteur Tutor CT-114 (Canada) et le Hawk de l'aérospatiale britannique (R.-U.).

Les avions d'entraînement monoturbopropulseurs sont moins sensibles aux impacts d'oiseaux importants. Les turbopropulseurs résistent mieux que les avions à réaction; leur entrée d'air ne permet pas un accès direct des FOD aux pièces mobiles internes du moteur. Ces aéronefs sont également équipés de pare-brise plus résistants aux impacts d'oiseaux. Il n'existe pas de données sur les accidents de ces avions d'entraînement dus à des impacts d'oiseaux, mais ils ne sont utilisés que depuis peu de temps et ne sont pas déployés dans autant de pays que les autres avions à réaction.

Les avions utilisés pour l'entraînement initial servent surtout pour les vols à court rayon d'action et à basse altitude, comme les circuits aux aérodromes. Les aéronefs de niveau avancé comme le Tutor CT-114 et le T-38A servent dans un certain nombre de scénarios d'entraînement en haute et basse altitudes et pour des missions à court et long rayon d'action.

Hélicoptères

De nombreux types d'hélicoptère servent à des fins militaires, des gros bimoteurs de transport lourd aux hélicoptères de manœuvre monomoteurs légers. La plupart de ces appareils effectuent des transports à des altitudes de quelques milliers de pieds AGL. Mais dans certains cas, les altitudes sont plus basses et les risques d'impact d'oiseaux plus élevés. Certains types d'hélicoptères ont été armés pour assumer un rôle offensif, comme le McDonnell Douglas AH-64A Apache—conçu comme un hélicoptère d'attaque. Le Apache est un hélicoptère d'attaque à turbomoteur, biplace et tous temps qui vole à basse altitude et souvent de nuit. Bien qu'une bonne partie des vols militaires en hélicoptère se déroulent à basse altitude, les vitesses en cause sont bien inférieures à celles des chasseurs et des avions d'attaque. Par conséquent, la probabilité d'un impact d'oiseaux est élevée, mais les dommages sont généralement moins graves.

Profils des missions

Il existe d'importantes différences entre les routes et les altitudes—appelées communément profils de mission—des aéronefs militaires et civils; certains de ces profils ont été déjà mentionnés ci-dessus et sont traités plus en détail plus loin dans ce chapitre. Il existe également des différences systémiques fondamentales entre les vols civils et militaires. La majorité des opérations civiles effectuées par des aéronefs de transport à réaction vulnérables implique un service régulier de lignes aériennes pour lequel les horaires commerciaux créent une forte incitation à voler, quel que soit le risque d'impact d'oiseaux.

Les planificateurs des vols militaires jouissent d'une plus grande flexibilité pour choisir les heures et les routes des vols d'entraînement, des patrouilles et des missions de routine. Bien entendu, cette flexibilité est largement perdue en temps de guerre. En temps de paix, les vols d'entraînement peuvent être déplacés d'un endroit à l'autre pour éviter la menace des oiseaux. Ils peuvent également être prévus à des heures où les oiseaux sont moins nombreux. Par exemple, en prévoyant les vols d'entraînement tôt le matin, on réduit les risques dans les régions où la présence de rapaces et d'autres oiseaux planeurs est préoccupante. Ailleurs, on réduira les risques associés à la présence

d'oies, de mouettes et de canards qui se déplacent entre leurs aires d'alimentation et de repos en organisant les vols d'entraînement à la mi-journée.

Répartition des flottes militaires

Chaque année, le journal de l'aviation *Aviation Week and Space Technology* publie un compendium des statistiques de l'aviation intitulé le *Aerospace Source Book*. L'édition de 1999 comprend un résumé des statistiques de l'aviation de 1998 qui montrent que 166 pays utilisaient des aéronefs militaires. Plus de 83 500 aéronefs militaires étaient en service dans le monde :

- 28 000 environ en Europe et en Asie,
- 17 000 autres se trouvaient en Amérique du Nord.

Il est à noter que ces chiffres comprennent de nombreux types d'aéronefs de transport et de l'aviation générale peu évolués utilisés à des fins d'appui.

Les 20 flottes militaires les plus importantes dans le monde sont énumérés par ordre descendant au tableau 13.1. Les chiffres sont impressionnants, mais il fait se rappeler que plusieurs pays ont réduit considérablement leur flotte militaires ces dernières années. Les Forces canadiennes possèdent une flotte de 581 aéronefs, ce qui place le Canada à la 33e place sur les 166 pays figurant dans le *Aerospace Source Book*.

Bases de données militaires sur les impacts

Les bases de données militaires sur les impacts avec la faune ressemblent à celles tenues par l'aviation civile (voir Chapitre 7) et présentent les mêmes difficultés d'analyse—en particulier les fluctuations et les incohérences dans les procédures de rapport et les données. Néanmoins, les auteurs de cet ouvrage ont fait tout leur possible pour concilier les écarts constatés dans les bases de données militaires examinées. Nous reconnaissons que les sections qui suivent présentent notre analyse subjective de cette information. On pourra trouver d'autres informations et des explications dans les données originales indiquées à la fin du document.

Canada

Au Canada, le ministère de la Défense nationale (MDN) collecte des statistiques sur les impacts d'oiseaux pour tous les aéronefs militaires canadiens. Les données sont envoyées à Transports Canada où elles sont incorporées dans le rapport annuel connu sous le nom de *Impacts d'oiseaux sur les aéronefs canadiens* (traité plus en détail au chapitre 7). Des rapports distincts pour les aéronefs civils et militaires sont compilés depuis 15 ans—1984 à 1988 et 1991 à 2000. Les rapports d'avant 1984 ne séparaient pas l'aviation militaire et l'aviation civile. Depuis que les rapports sont séparés, 2 229 impacts sur des aéronefs militaires canadiens ont été signalés—une moyenne de 171 impacts par an. La moyenne a été plus élevée entre 1984 et 1988—247 impacts par an—que pendant la période de 1991 à 1998—124 impacts par an. On ne sait pas si cette tendance est liée :

Pays	Nombre d'aéronefs
1. États-Unis	15 637
2. Russie	9 065
3. Chine	8 343
4. Ukraine	3 601
5. France	2 072
6. Japon	1 816
7. Inde	1 771
8. Turquie	1 576
9. Allemagne	1 551
10. Royaume-Uni	1 501
11. Italie	1 377
12. Corée du Sud	1 367
13. Iran	1 311
14. Taiwan	1 177
15. Brésil	1 096
16. Grèce	1 033
17. Corée du Nord	1 019
18. Égypte	996
19. Israël	996
20. Libye	949
↓	↓
33. Canada	581

Tableau 13.1 Flottes d'aéronefs militaires les plus importantes dans le monde.
Selon le *Aviation Week and Space Technology, Aerospace Source Book*, janvier 1999. Comprend tous les types d'aéronefs utilisés par les forces armées de chaque pays.

- au plus petit nombre d'aéronefs et à la réduction des heures de vol ces dernières années,
- aux taux de rapport différents pendant les deux périodes,
- à une amélioration de la sécurité dans la dernière période.

Au cours de la période de dix ans de 1988 à 1997, le nombre total des heures de vol a diminué régulièrement dans les Forces armées canadiennes. Pendant cette période, le nombre d'heures de vol moyen par an a été de 231 162. Le nombre d'heures a diminué de 294 124 en 1988 à 170 140 en 1997—un déclin régulier de 42 pour cent sur dix ans. Pendant la même période, le nombre des impacts d'oiseaux signalés a diminué de 290 en 1988 à 114 en 1997, une réduction de 61 pour cent. Le taux des impacts signalés a également diminué—de 12,5 par 10 000 heures en 1988 à 6, 7 impacts par 10 000 heures en 1997. En supposant que le taux des rapports n'a pas

changé, la diminution du taux des impacts indique une amélioration des opérations des Forces armées canadiennes en ce qui concerne les dangers causés par les oiseaux.

États-Unis

L'USAF tient une base de données très complète grâce à son Bird Aircraft Impact Hazard (BASH) Team (Équipe sur les rispues de collisions entre oiseaux et aéronefs). Pendant la période de 13 ans entre 1985 et 1997, un total de 34 830 impacts ont été signalés—une moyenne de 2 681 impacts par an, avec une variation annuelle de 2 267 à 3 066 impacts. Les statistiques pour les services aériens de la U.S. Navy, du Marine Corps, de l'armée et de la garde côtière ne sont pas collectées ni publiées régulièrement.

Europe

Les forces aériennes d'Europe fournissent des statistiques sur les impacts d'oiseaux à l'EURBASE, la base de données militaire européenne sur les impacts d'oiseaux. Ces statistiques ont été résumées dans un document présenté par M. Arie Dekker de la Royal Air Force des Pays-Bas au International Bird Strike Committee lors de sa 24e réunion en Slovaquie, en septembre 1998. Bien que l'EURBASE soit entrée en service en 1990, plusieurs forces aériennes ont présenté des données sur des impacts d'oiseaux qui se sont produits avant cette date. À la fin de 1997, la base de données contenait de l'information sur 34 564 impacts d'oiseaux de 17 forces aériennes, notamment 1 458—4 pour cent du total—datant d'avant 1980. Les principales forces aériennes ayant contribué à la base de données sont les suivantes :

- La Royal Air Force (Royaume-Uni) (11 394 impacts, 33 %);
- L'armée de l'air d'Allemagne de l'Ouest (9 000 impacts, 26 %);
- L'armée de l'air française (3 498 impacts, 10 %);
- La Royal Air Force (Pays-Bas) (3 413 impacts, 10 %);
- L'armée de l'air israélienne (2 465 impacts, 7 %);
- L'USAF, signalant des incidents dans l'espace aérien européen (2 264 impacts, 7 %). Les rapports des É.-U ont été présentés pour la période de 1985 à 1992; les dernières statistiques américaines n'ont pas été soumises à l'EURBASE.

Coûts associés aux impacts d'oiseaux sur des aéronefs militaires

Les estimations les plus complètes des dommages causés par les impacts d'oiseaux sont tenues par l'USAF et résumées au tableau 13.2. L'ensemble des coûts s'élevaient à 502 millions $ (U.S.) pour la période de 14 ans allant de 1985 à 1998.

Les données qui précèdent sont dominées par un impact qui a causé l'écrasement, en 1987 au Colorado, d'un bombardier B-1B, dont le remplacement a coûté environ 200 millions $ (U.S.) à l'époque. Les données de 1995 sont largement influencées par l'écrasement d'un AWACS qui a heurté des oies du Canada au décollage de la base aérienne de Elmendorf à Anchorage, en Alaska.

La plupart des impacts d'oiseaux n'entraînent pas de dommages à l'aéronef. Entre janvier 1985 et février 1998, plus de 95 pour cent des impacts (33 262 sur 34 856)

Année	Nbre d'impacts	Coût
1985	2 717	5 452 151 $
1986	2 850	18 081 085 $
1987	2 732	239 343 668 $
1988	2 640	3 353 576 $
1989	3 066	24 408 483 $
1990	2 927	6 471 984 $
1991	2 752	17 656 528 $
1992	2 267	26 001 901 $
1993	2 431	13 150 533 $
1994	2 334	15 485 416 $
1995	2 632	84 582 992 $
1996	3 102	8 773 172 $
1997	2 714	9 810 083 $
1998	3 054	29 602 218 $
Total	38 218	502 173 790 $

Tableau 13.2 Coûts des impacts d'oiseaux pour les aéronefs de l'USAF

n'ont pas causé de dégâts, entraînant des dommages inférieurs à 10 000 $ par incident. Les impacts causant des dommages sont classés par coût :

- Classe C : entre 10 000 et 200 000 $ de dommages;
- Classe B : entre 200 000 et 1 million $ en dommages;
- Classe A : soit 1 million $ en dommages soit la perte d'un aéronef et /ou un décès.

Entre 1985 et 1998, il y a eu :

- 1 477 événements de classe C (4, 2 pour cent),
- 59 événements de classe B (moins de 0,1 pour cent),
- 23 événements de classe A (moins de 0,01 pour cent).

Les coûts indiqués au tableau 13.2 sont minimes; ils ne comprennent pas les estimations des coûts secondaires engagés pour :

- le nettoyage des lieux,
- les enquêtes sur les écrasements,
- le déploiement d'un aéronef de remplacement,
- le personnel nécessaire pour effectuer les missions retardées par l'impact d'oiseaux ayant endommagé l'aéronef,
- les coûts des indemnités juridiques et à la famille.

Le total des coûts concerne à l'USAF seulement. Les aéronefs utilisés par la U.S. Navy, le Marine Corps, la U.S. Army et la Garde côtière—et leurs réserves connexes—représentent environ 60 pour cent de l'ensemble de la flotte des aéronefs militaires des États-Unis.

Compte tenu de l'absence des coûts secondaires et de l'exclusion d'environ 60 pour cent de la flotte militaire, il est probablement raisonnable d'estimer que le total des dommages causés par les oiseaux pendant la période de 14 ans a été de plus de un milliard de dollars. Les dommages causés aux aéronefs militaires américains par les impacts d'oiseaux représentent en moyenne probablement entre 75 millions $ et 80 millions $ (U.S.) par an.

Les estimations des pertes indiqués dans les paragraphes précédents ne tiennent pas compte des décès qui ont suivi certains accidents. Entre 1985 et 1998, on a compté 33 décès causés par des impacts d'oiseaux sur des aéronefs de l'armée de l'air et un impliquant un aéronef de la marine. Si le même nombre d'aéronefs avaient été perdus dans l'aviation civile, le nombre de décès aurait été nettement plus élevé. De nombreux équipages de conduite militaires peuvent s'éjecter des aéronefs endommagés—la plupart des équipages des aéronefs civils ne peuvent pas le faire.

Accidents militaires dus à des impacts d'oiseaux

Comme il a été dit plus haut, 95,4 pour cent des impacts d'oiseaux ne causent pas de dommages importants aux aéronefs—tout au moins d'après l'expérience de l'USAF. Seuls les impacts dans les 4,6 pour cent des autres incidents ont entraîné des dommages supérieurs à 10 000 $ par incident. Les impacts d'oiseaux qui sont les plus préoccupants sont ceux qui :

- provoquent des décès,
- menacent la sécurité des équipages en les obligeant à s'éjecter,
- provoquent la destruction de l'aéronef.

W. John Richardson de LGL Limited a compilé la base de données la plus complète sur ces types d'accidents de l'aviation militaire dus à des oiseaux. On peut obtenir des renseignements supplémentaires sur cette recherche dans les références à la fin du document.

Expérience européenne

La compilation de Richardson pour 1996 comprenait 46 années de données fournies par toutes les forces aériennes des principaux États d'Europe de l'Ouest et centrale, sauf l'Espagne. Pour certain pays, des données ont été également fournies par l'aéronautique navale. De nouvelles données ont également été fournies récemment par quatre forces aériennes de pays de l'Europe de l'Est et d'Israël. Les pertes canadiennes et américaines en Europe représentent également des additions relativement nouvelles à la compilation. Dans l'ensemble, les données faisaient état de :

- la perte de 152 aéronefs militaires en Europe,
- sept en Israël,
- la perte de neuf aéronefs européens en dehors de la région.

Le total des décès a atteint 37; 34 autres décès se sont produits dans l'écrasement d'un Hercules C-130 de l'armée de l'air belge le 15 juillet 1996 (cet accident est traité plus loin dans ce chapitre).

Décès

Entre 1950 et 1995, le pire accident lié à un impact d'oiseau qu'ait connu l'Europe a entraîné la mort de trois civils. Il s'agit de l'écrasement d'un F-104 belge en Allemagne, en 1980. Un hélicoptère Mi-8 d'Allemagne de l'Est s'est écrasé à la suite d'une ingestion d'oiseau en 1975, causant trois décès. On pense qu'un hélicoptère Sea King de la marine royale britannique perdu avec 22 personnes près des îles Malouines le 19 mai 1982 a été la victime d'un impact d'oiseau, mais la cause officielle est non déterminé avec certitude (Richardson 1996). Deux membres d'équipage sont morts dans chacun d'au moins six accidents impliquant un aéronef européen ou israélien; 19 accidents ont eu lieu causant chacun un décès. Dans l'ensemble, il y a eu au moins 27 accidents entraînant entre un et trois décès et 126 accidents sans décès. Dans les 15 autres cas (14 avant 1980), on ne sait pas s'il y a eu des décès. Entre 1950 et 1995, on a signalé un décès soviétique en Asie et trois décès américains.

Répartition géographique des accidents

Le nombre d'accidents d'aéronefs militaires européens causés par des oiseaux est indiqué au tableau 13.3. Le nombre d'accidents dans chaque pays est lié à la taille des forces aériennes, à l'intégralité des dossiers et aux types d'aéronefs. C'est au Royaume-Uni que les accidents militaires sont les plus nombreux, soit 58. Les autres pertes importantes ont été subies par :

- l'Allemagne de l'Ouest (23 accidents),
- les Pays-Bas et l'Allemagne de l'Est (10 chacun),
- la Suède (9),
- la France (7).

Ces chiffres ne rendent pas du tout compte de la situation dans la CEI.

Certains impacts d'oiseaux se produisent en dehors des frontières du pays, notamment :

- 2 belges,
- 2 français,
- 7 allemands de l'Ouest,
- 4 hollandais,
- 8 britanniques.

Date	Lieu	Service	Aéronef			# Personnes			Phase du vol	Heure	Type d'oiseau(x)	Altitude		Parties touchées		
A M J			Type	Catégorie		Ab.	Ej.	Tuées				AGL (pieds)	Vitesse (noeuds)	Os	En	Autre
FA belges																
770926	Allemagne O.	AF	Mirage 5	IA	1	1	1	0	CrL	D	Pigeons, bois	600	420	P		
800512	Allemagne O.	AF	TF-104	IA	1	2	2	3grnd	CrL	D	prob. Imp.Oiseau	500	450		PM	
881117	Belgique	AF	F-16	IA	1	1	1	0	Cl	D	Pigeons, bois	400	200		PM	
890718	Belgique	AF	Mirage 5	IA	1	1	0	0	Ap	D	Pigeons, bois	300	195		PM	
Forces canadiennes (Europe seul.)																
641027	France	AF	CF-104	IA	1	1	1	0	CrH	D	corvid?	2000	200	-	PM	
650916	Allemagne O.	AF	CF-104	IA	1	1	1	0	Ap	D	inconnu.	3000	300	-	PM	
650916	France	AF	CF-104	IA	1	2	2	0	CrL	D	inconnu	7-1000	410	-	PM	
660321	Allemagne O.	AF	CF-104	IA	1	1	1	0	CrL	D	inconnu	1000	410	-	PM	
670718	Danemark	AF	CF-104	IA	1	1	1	0	CrL	D	goélandl?	300	420	-	PM	N
690425	France	AF	CF-104	IA	1	1	1	0	CrL	D	gros	800	420	P	-	
780818	Allemagne O.	AF	CF-104	IA	1	1	1	0	CrL	D	inconnu	800	420	-	PM	
810316	Allemagne O.	AF	CF-104	IA	1	2	2	0	CrL	D	buse	500	510	-	PM	
Czech & Slovak AF																
6_	Tchécoslovaquie?	AF	MiG-15	IA	1	1?		1			inconnu			P	-	
850510	Tchécoslovaquie	AF	MiG-21	IA	1	1	0	0	TO	D	goélands	5	135	-	I	
FA et marine françaises																
900517	France	AF	Mir. 2000	IA	1	2	2	0	CrL	D	goéland	500	400	T	PM	
900726	Tchad	AF	Mir. F1	IA	1	1	1	0	CrL	D	inconnu	300	475	-	PM	A
910314	France	AF	Jaguar	IA	2	1	1	0	CrL	D	>1	500	400	T	I	
920613	Tchad	AF	Jaguar	IA	2	1	1	0	Cl	D	Aigrette, blanche	50	185		PM	
960119	France	AF	Mir. 2000	IA	1	2	2	0	Ap	D	Goéland leucophée	110	135		I	
920204	France	Na	S.Etendard	IA	1	1	1	0	CrL	D	Gannet, Nord	100	480	T	PM	
960126	France	Na	S.Etendard	IA	1	1	1	0	CrL	D	goéland, Yel.-leg.	500	450	P	-	

Tableau 13.3 Accidents graves d'impacts d'oiseaux de l'aviation militaire en Europe et en Israël (comprend des accidents dans d'autres endroits impliquant des aéronefs européens). Tous les accidents ont entraîné une ou plusieurs des conséquences suivantes : destruction de l'aéronef et décès.

Date A M J	Lieu	Service	Aéronef Type	Catégorie		# Personnes Ab.	Ej.	Tuées	Phase du vol	Heure	Type d'oiseau(x)	Altitude AGL (pieds)	Vitesse (noeuds)	Parties touchées Os	En	Autre
FA Allemagne (Est)																
670807	Allemagne E.	AF	MiG-21	IA	1	1	1	0	CrH	D	inconnu.	>3300	>324	-	PM	
67-74	Allemagne E.?	AF	MiG-21	IA	1	1		1			inconnu					
720320	Allemagne E.	AF	MiG-21	IA	1	1	0	0	Dém	D	>1	1000	324		PM	F
740417	Allemagne E.	AF	MiG-21	IA	1	2	2	0	Cl	D	inconnu	<3300	<324	-	PM	
750428	Allemagne E.	AF	Mi-8	H	2	3	na	3	Hov	T	inconnu	660	0	-	PM	
761002	Allemagne E.	AF	MiG-21	IA	1	1	0	1	Cl	D	inconnu	165	216	-	PM	
770817	Allemagne E.	AF	MiG-21	IA	1	1	1	0	Ap	D	inconnu	330	190	-	PM	
820622	Allemagne E.	AF	MiG-23	IA	1	1	0	0	CrH	D	canards	2000	485		I	F
880506	Allemagne E.	AF	MiG-21	IA	1	1	1	1	Cl	T	canards	65	216		PM	
880805	Allemagne E.	AF	MiG-21	IA	1	2	2	0	CrH	D	corbeaux	1640	270		PM	
FA et marine Allemagne (Ouest)																
620411	Allemagne O.	AF	F-84	IA	1	1	1	0	CrL	D	buse	500	<450	P	-	
640805	Allemagne O.	AF	G-91	IA	1	1	1	0	Cl	D	pigeons	100	160		PM	
670516	Allemagne O.	AF	F-104	IA	1	1	1	0	CrL	D	goélands	500	450	P		
691130	Allemagne O.	AF	F-104	IA	1	1	1	0	CrL	D	canard?	800	450	-	PM	
701030	Allemagne O.	AF	F-104	IA	1	1	1	0	CrL	D	corbeau	800	450	-	PM	
710907	Allemagne O.	AF	G-91	IA	1	1	1	0	CrH	D	goélands	1200	<450	P		
720801	Allemagne O.	AF	G-91	IA	1	1	1	0	CrL	D	buse	500	360	-	PM	
760809	Allemagne O.	AF	G-91	IA	1	1	1	0	CrL	D	buse	500	360	-	PM	
771007	Allemagne O.	AF	TF-104	IA	1	2	2	0	CrL	D	pigeons	800	450		PM	
781010	France	AF	F-104	IA	1	1	1	0	CrL	D	corbeaux	800	420		PM	
810706	Allemagne O.	AF	F-104	IA	1	1	1	0	CrL	D	buse	600	450	-	PM	
810817	France	AF	F-104	IA	1	1	1	0	CrL	D	buse?	500	450	-	PM	
820421	Italie	AF	F-104	IA	1	1	1	0	CrL	D	inconnu		450	-	PM	

Tableau 13.3 Accidents graves d'impacts d'oiseaux de l'aviation militaire en Europe et en Israël (comprend des accidents dans d'autres endroits impliquant des aéronefs européens). Tous les accidents ont entraîné une ou plusieurs des conséquences suivantes : destruction de l'aéronef et décès.

Date	Lieu	Service	Aéronef		# Personnes			Phase du vol	Heure	Type d'oiseau(x)	Altitude		Parties touchées		
A M J			Type	Catégorie	Ab.	Ej.	Tuées				AGL (pieds)	Vitesse (noeuds)	Os	En	Autre
FA et marine Allemagne (Ouest) *suite*															
820804	Allemagne O.	AF	F-104	IA 1	1	1	0	CrL	D	inconnu		400	-	PM	
670428	Allemagne O.	Na	F-104	IA 1	1	1	0	CrL	D	canard?	1000	200	-	PM	
760315	Allemagne O.	Na	F-104	IA 1	1	1	0	CrL	D	Bernache	800	420	-	PM	
770419	Danemark	Na	F-104	IA 1	1	1	0	CrL	D	goéland	300	450	P	PM	
780818	Allemagne O.	Na	F-104	IA 1	1	1	0	CrL	D	goélands	500	400		PM	
780919	Danemark	Na	F-104	IA 1	1	1	0	CrL	D	goéland	200	450	-	PM	
781207	Allemagne O.	Na	F-104	IA 1	1	1	0	CrL	D	canards	800	480		PM	
790417	Allemagne O.	Na	F-104	IA 1	1	1	0	CrL	D	Canard	800	440	-	PM	
810826	Danemark	Na	F-104	IA 1	1	1	0	CrL	D	goélands	150	500		PM	
850208	Danemark	Na	F-104	IA 1	1	1	0	CrL	D	goéland	350	450	-	PM	
FA Grèce															
750627	Grèce	AF	F-84	IA 1	1	1	0	CrL	D	pélican	1000	320	P	I	
921007	Grèce	AF	Mir. 2000	IA 1	1	1	0	Cl	D	goéland	100	240		PM	I
841016	Hongrie	AF	MiG-21	IA 1	2	2	1	Ap	D	oie des moissons	850	205	-	PM	
FA Israël															
730219	Israël	AF	Nesher	IA 1	1	1	0	CrL	D	buse	300	360	-	PM	
741028	Israël	AF	A-4	IA 1	1	0	1	CrL	D	pélican	400	420	P	-	
790115	Israël	AF	A-4	IA 1	1	1	0	CrL	D	medium	500	500	-	PM	
791007	Israël	AF	Kfir	IA 1	1	1	0	Ap	D	pélican?	900	220	-	PM	
830504	Israël	AF	A-4	IA 1	1	1	0	CrL	D	buse	300	420	P	-	
881218	Israël	AF	F-16	IA 1	1	1	0	CrL	D	Aigle royal	300	420	-	PM	
950810	Israël	AF	F-15	IA 2	2	0	2	CrL	D	cigogne	300	550	-	PM	F

Tableau 13.3 Accidents graves d'impacts d'oiseaux de l'aviation militaire en Europe et en Israël (comprend des accidents dans d'autres endroits impliquant des aéronefs européens). Tous les accidents ont entraîné une ou plusieurs des conséquences suivantes : destruction de l'aéronef et décès.

Date			Lieu	Service	Aéronef		# Personnes			Phase du vol	Heure	Type d'oiseau(x)	Altitude		Parties touchées		
A	M	J			Type	Catégorie	Ab.	Ej.	Tuées				AGL (pieds)	Vitesse (noeuds)	Os	En	Autre
FA Italie																	
890620			Italie	AF	Tornado	IA 2	2	2	0	CrL	D	poss. Impact ois.	800	225		PM	
891107			Italie	AF	G-91	IA 2	1	1	0	CrL	D	inconnu	900	400	-	PM	
940601			Italie	AF	MB339	T 1	2	2	0	CrH	D	martinets?	2500	250	-	PM	I
FA Pays-Bas																	
590220			Pays-Bas	AF	Hunter	IA 1	1	1	0	Cl?		inconnu	<8000		-	PM	
590915			Allemagne O.	AF	Hunter	IA 1	1	1	0	CrH	N	inconnu	2500		-	PM	
600707			Pays-Bas	AF	Hunter	IA 1	1	0	0	TO	N	goélands	0	[bas]		PM	
610620			Pays-Bas	AF	F-84	IA 1	1	0	0	TO		inconnu	0	[bas]			
640729			Pays-Bas	AF	Hunter	IA 1	1	0	0	Cl		inconnu	low		-	I	
750711			Allemagne O.	AF	NF-5	IA 2	1	1	1	TO		kestrel, Eur.	0	[bas]	-	PM	
790301			Allemagne O.	AF	F-104	IA 1	1	1	0	CrH		buse?	>2500		-	PM	
811201			Allemagne O.	AF	F-104	IA 1	1	0	0	CrL		Eider	4-500		-	-	Ai g
831004			Pays-Bas	AF	F-16	IA 1	1	0	1	TO		héron gris	0		-	PM	
900504			Pays-Bas	AF	NF-5	IA 2	1	1	0	T&G		pigeon, Hom.	low		-	I	
FA Norvège																	
710809			Norvège	AF	F-5	IA 2	1	0	1	CrL	D	goéland, Les.Bl.-bk.	500	3-400	P	-	
810602			Norvège	AF	F-16	IA 1	1	1	0	CrH	D	grue	2500	450	P	-	
950504			Norvège	AF	F-16	IA 1	2	2	0	Cl	D	goéland, Gr. Bec noir	1100	320	-	PM	
FA Portugal																	
880309			Portugal	AF	A-7	IA 1	1	1	0	CrL	D	oiseau de mer	350	360	-	PM	
920429			Portugal	AF	A-7	IA 1	1	0	1	CrH	D	inconnu	2-4.5k	3-450	T	-	

Tableau 13.3 Accidents graves d'impacts d'oiseaux de l'aviation militaire en Europe et en Israël (comprend des accidents dans d'autres endroits impliquant des aéronefs européens). Tous les accidents ont entraîné une ou plusieurs des conséquences suivantes : destruction de l'aéronef et décès.

Date	Lieu	Service	Aéronef			# Personnes			Phase du vol	Heure	Type d'oiseau(x)	Altitude		Parties touchées		
A M J			Type	Catégorie		Ab.	Ej.	Tuées				AGL (pieds)	Vitesse (noeuds)	Os	En	Autre
FA Suède																
670627	Suède	AF	Lansen	IA	1	2	0	0	Cl		goéland	20	TO	-	PM	
690313	Suède	AF	Lansen	IA	1	2	2	0	CrL		gros	100	430	-	PM	
700531	Suède	AF	Lansen	IA	1	2	2	2	Cl		étourneaux, Eur.	35	175		PM	
730416	Suède	AF	Draken	IA	1	1		1	CrL		inconnu	165	595			
731017	Suède	AF	Draken	IA	1	1	0	0	TO		goélands	0	165	T		
741005	Suède	AF	Lansen	IA	1	1	1	1	CrL		inconnu	165	430	-	PM	
760830	Suède	AF	Lansen	IA	1	2	2	0	Cl		inconnu	TO	160	-	PM	
770321	Suède	AF	Viggen	IA	1	1	0	1	CrL		prob.impact ois.	~85	595	T	-	
770901	Suède	AF	Lansen	IA	1	1	0	0	TO		petit >1	0	110			
FA Suisse																
741023	Suisse	AF	Mirage III	IA	1	1	1	0	Cl	D	goélands, Bl.-head.	50	190	T	PM	
910812	Suisse	AF	Hunter	IA	1	1	0	0	Dém	D	inconnu	<1650	405	-	-	Ai g
Royaume-Uni (FA, Marine, Armée)																
530730	France	AF	Vampire	IA	1		0?	0?	CrL?		>1	bas			I	Ai g
531023	Angleterre/R.-U.	AF	Canberra	B	2	2	0?	2	Cl		>1	v.bas	[bas]		PM	U
550226	Angleterre/R.-U.	AF	Meteor	IA	2				CrL?		inconnu	bas				
560127	Écosse/R.-U.	AF	Vampire	IA	1	1	0	0	CrL?		inconnu	bas				
560202	HongKong	AF	Vampire	IA	1	1	0	0	cir.		inconnu					
561003	Écosse/R.-U.	AF	Hunter	IA	1	1			TO		inconnu	'TO'	[bas]	-	I	
561101	Angleterre/R.-U.	AF	Hunter	IA	1	1	0	0	CrL?		inconnu	bas				
570410	Pays Galles/R.-U.	AF	Vampire	IA	1	2?	0?	0?	CrL?		goélands	500		-	-	Ai g
570522	Angleterre/R.-U.	AF	Hunter	IA	1	1	0	0			inconnu					
570628	Écosse/R.-U.	AF	Hunter	IA	1	1	0	0	cir.		inconnu					

Tableau 13.3 Accidents graves d'impacts d'oiseaux de l'aviation militaire en Europe et en Israël (comprend des accidents dans d'autres endroits impliquant des aéronefs européens). Tous les accidents ont entraîné une ou plusieurs des conséquences suivantes : destruction de l'aéronef et décès.

Date	Lieu	Service	Aéronef			# Personnes			Phase du vol	Heure	Type d'oiseau(x)	Altitude		Parties touchées		
A M J			Type	Catégorie		Ab.	Ej.	Tuées				AGL (pieds)	Vitesse (noeuds)	Os	En	Autre
Royaume-Uni (FA, Marine, Armée) *suite*																
571114	Écosse/R.-U.	AF	Hunter	IA	1	1	0	0	Cl		inconnu	1800	300	-	I	I
580212	Angleterre/R.-U.	AF	Vampire	IA	1	1	0	0	TO		inconnu	'TO'	[bas]			
591110	Angleterre/R.-U.	AF	Hunter	IA	1	1	0	0	CrL?		goélands	300			I	I
591118	Aden	AF	Venom	IA	1	1					inconnu					
600329	Aden	AF	Hunter	IA	1	1	0	0	CrL		goéland	250	400			
600507	Angleterre/R.-U.	AF	Vampire	IA	1	1			CrL?		inconnu	100				
601109	Allem. O	AF	Hunter	IA	1	1	0	0	CrL		inconnu	250	390			
610316	Allem. O	AF	Swift	IA	1	1	0	0			inconnu			-	-	I
620904	Angleterre/R.-U.	AF	Vampire	IA	1	2?	0?	0?	TO		goélands+pluviers	0	100			
640817	HongKong	AF	Canberra	B	2				TO	D	milan noir	TO	[bas]	-	I	
640930	Angleterre/R.-U.	AF	Jet Prov.	T	1	2?	2?	0	CrL	D	gros	300	190			
650714	Pays-Bas	AF	Canberra	B	2			2?	OvSh		inconnu	300	130	-	PM	
660727	Angleterre/R.-U.	AF	Jet Prov.	T	1	2?	2?	0?	CrL	D	inconnu	250	180			
681120	Angleterre/R.-U.	AF	Canberra	B	2				TO	D	goéland	TO	105	-	I	
710225	Allemagne O.	AF	Canberra	B	2		0?	0?	CrL		inconnu	100	300	T	-	N
710629	Angleterre/R.-U.	AF	Jet Prov.	T	1	2	2	0	Ap	D	gros	300	110	-	PM	F
720426	Angleterre/R.-U.	AF	Harrier	IA	1	1	1	0	CrL	D	goélands	500			PM	
720504	Danemark?	AF	Harrier	IA	1	1	1	0	CrL	D	gros	400	360	-	I	
720627	Allemagne O.	AF	Harrier	IA	1	1	1	0	CrL	D	goéland, tête noire?	700	420	-	PM	N
730709	Allemagne O.	AF	Harrier	IA	1	1	1	0	Cl	D	>1	20	135		PM	
731012	Angleterre/R.-U.	AF	Gnat	T	1	2	0	0	CrL	D	petit, plusieurs	250	360		I	N I
740107	Angleterre/R.-U.	AF	Jet Prov.	T	1	1+	0?	0	CrL	D	pigeon ramier	300	230	T	-	N
740516	Allemagne O.	AF	Harrier	IA	1	1	1	0	Cl		petit	20	20	-	PM	
760928	Angleterre/R.-U.	AF	Victor	K	4		0	0	TO	D	goélands	0	145	-	-	NWF
790326	Allemagne O.	AF	Jaguar	IA	2	2	2	0	CrL	D	freux	250	240	P	PM	

Tableau 13.3 Accidents graves d'impacts d'oiseaux de l'aviation militaire en Europe et en Israël (comprend des accidents dans d'autres endroits impliquant des aéronefs européens). Tous les accidents ont entraîné une ou plusieurs des conséquences suivantes : destruction de l'aéronef et décès.

Date	Lieu	Service	Aéronef			# Personnes			Phase du vol	Heure	Type d'oiseau(x)	Altitude		Parties touchées		
A M J			Type	Catégorie		Ab.	Ej.	Tuées				AGL (pieds)	Vitesse (noeuds)	Os	En	Autre
Royaume-Uni (FA, Marine, Armée) *suite*																
800312	Pays Galles/R.-U.	AF	Harrier	IA	1	1	1	0	CrL	D	buse	200	420	T	PM	
800731	Angleterre/R.-U.	AF	Jet Prov.	T	1	1	1	0	Cl	D	pigeons, Hom.	400	140		PM	M
801117	Écosse/R.-U.	AF	Nimrod	P	4	20	na	2	Cl	T	goélands, tê.noire+com.	20	138	T	PM	NAiQF
810601	Écosse/R.-U.	AF	Jaguar	IA	2	2	2	0	CrL	D	goéland, tête noire	300	450	P	PM	
810724	Angleterre/R.-U.	AF	Jaguar	IA	2	2	2	1	CrL	D	goéland	500	450	P	PM	
821020	Angleterre/R.-U.	AF	Hawk	T	1	1	1	0	Ap	N	inconnu	350	130	-	PM	
830919	Écosse/R.-U.	AF	Jaguar	IA	2	1	1	0	Ap	D	vanneaux	100	[bas]		PM	In
831121	Angleterre/R.-U.	AF	Jet Prov.	T	1	2	2	0	CrL	D	>1	bas			PM	In
840815	Angleterre/R.-U.	AF	Jet Prov.	T	1	2	0	0	Cl		Évitem. Oiseaux	25	bas	-	-	-
841107	Pays Galles/R.-U.	AF	Hawk	T	1	2	2	0	T&G	D	vanneaux	100	140	-	PM	F
841129	Atlantique S.	AF	Harrier	IA	1	1	1	0	CrL	D	oiseau de mer	250	480	T	-	N
860929	Angleterre/R.-U.	AF	Bulldog	pT	1	2	na	0	Cl		Évit. Oiseaux	~250	[bas]	-	-	-
890914	Angleterre/R.-U.	AF	Tornado	IA	2	2	2	0	Cl	T	goélands	150	170		PM	
910925	Angleterre/R.-U.	AF	Harrier	IA	1	2	2	0	CrL	D	goélands, tête noire	250		P	-	In
930628	Angleterre/R.-U.	AF	Harrier	IA	1	1	1	0	CrL	D	prob. impact ois.	bas		-	-	Ai
580428	Écosse/R.-U.	Na	SeaHawk	IA	1	1	0	0			inconnu		450	-	I	I
581028	Nigéria	Na	SeaVixen	IA	2	2	2	0	CrL	D	vautour	100	420	-	I	
621115	Écosse/R.-U.	Na	Scimitar	IA	2	1	1	0	CrL		goéland?	400	420	-	I	
841201	Écosse/R.-U.	Na	SeaHarri.	IA	1	1	1	0	CrL	D	inconnu	500	450	-	PM	
851129*	Angleterre/R.-U.	Na	Hunter	IA	1	1	0	0	CrL		inconnu	250	480	-	-	I
871015	Irlande N.	Na	SeaHarri.	IA	1	1	1	0	CrL	D	gros	250	[bas]	-	PM	
860429	Angleterre/R.-U.	Ar	Gazelle	H	1	4	na	0		D	Évitem. ois.	125	[bas]	-	-	-
911114	Irlande N.	Ar	Lynx	H	2	11	na	1	CrL	D	Évitem. ois.	bas		-	-	-

Tableau 13.3 Accidents graves d'impacts d'oiseaux de l'aviation militaire en Europe et en Israël (comprend des accidents dans d'autres endroits impliquant des aéronefs européens). Tous les accidents ont entraîné une ou plusieurs des conséquences suivantes : destruction de l'aéronef et décès.

Date A M J	Lieu	Service	Aéronef Type	Catégorie		# Personnes Ab.	Ej.	Tuées	Phase du vol	Heure	Type d'oiseau(x)	Altitude AGL (pieds)	Vitesse (noeuds)	Parties touchées Os	En	Autre
États-Unis(Europe seul.)																
750305	Angleterre/R.-U.	AF	F-111	IA	2	2		0?	CrL		goélands	1000	480	?	?	M
751105	Angleterre/R.-U.	AF	F-111	IA	2	2	2	0	CrL	D	canard	400	450	T	-	
801113	Espagne	AF	F-4	IA	2	2	1+	1	CrH	D	faucon	3500	530	P	-	
840809	Écosse/R.-U.	AF	F-111	IA	2	2	2	0	CrL	D	goéland argenté	200	hi	-	I	N
861008	Espagne	AF	F-16	IA	1	1	1	0	CrL	D	vautour griffon	bas		-	PM	I
870520	Espagne	AF	F-4	IA	2	2	0	2	CrH	D	vautour griffon	2000	[bas]	P	-	
840908*	Allemagne O.	Ar	RV-1	O	2	2	2	0	Cl		>1	[bas]			PM	In
Ancienne URSS (très incomplet)																
?	Asie	AF	MiG-17	IA	1	1	0?	1	CrL?		cygne	t.bas				
5304__	Ukraine	AF	Il-28	B	2						grues	650		P		N
60summer	Ukraine	AF	Il-28	B	2			1+			buse		380	P	-	
6604__	Estonie	AF	MiG-17	IA	1	1	0?	1		D	grue, Eur.	2600	380	P	-	
6804__	URSS?	AF	MiG-21	IA	1	1	1	0?		D	cygogne	985	215	-	PM	
701007	Allemagne E.	AF	?	IA		1	1	0	Ap	T	vanneaux	1000	162		PM	
8003__	Ukraine	AF	MiG-21	IA	1					D	freux	330	200		PM	
820710	Russie	AF	MiG-21	IA	1	1	1	0	Ap	N	martinet	395	97	-	PM	
890608	France	AF	MiG-29	IA	2	1	1	0	Dém	D	inconnu	525	215	-	PM	
911119	Allemagne E.	AF	MiG-23	IA	1	2	2	0	Ap	D	oie	500		-	PM	

* Rapport non officiel d'une exactitude incertaine

Catégories d'aéronefs : B=Bombardier; IA=Intercept./Attaque; H=Hélicoptère; K=Tank; A=Autre; P=Patrouile; pT=Av. d'entraînement à pistons; T=Avion d'entraînement. Chiffre montrant le nombre de moteurs

 # Personnes : Ab. = Nombre de membres d'équipe; Ej. = Nombre éjecté; Tués = Nombre membres d'équipage tués ou (dans un cas des FA belges) nombre tué au sol

Phase du vol : TO = Décollage; Cl = Montée; CrL = Croisière à basse-alititude (jusqu'à 1000 pieds AGL); CrH = Croisière à haute altitude (plus de 1 000 pieds AGL); Ap = Approche; Te = Terre; PD = Posé-Décollé; Dém = Vol de démonstration; cir. = En circuit; Sta = Stationnaire

Moment : J = Jour; N = Nuit; C = Crépuscule

Parties touchées : PB = Pare-brise: - = Non touché; T = Touché, sans pénétration; P = Pénétration.
Mo = Moteur(s): - = Pas ingestion; I = Ingestion, dommages limités ou incertain; Pa = Panne moteur après ingestion.

Autres parties touchées : S = Sonde; F = Fuselage; E = Entrée d'air; Ta = Train d'atterrissage; M = parties multiple; N = Nez ou radome; Q = Queue; In = Autres parties inconnues; Ai = Aile(s).

Tableau 13.3 Accidents graves d'impacts d'oiseaux de l'aviation militaire en Europe et en Israël (comprend des accidents dans d'autres endroits impliquant des aéronefs européens). Tous les accidents ont entraîné une ou plusieurs des conséquences suivantes : destruction de l'aéronef et décès.

Depuis 1964, huit des 17 pertes canadiennes connues dues à des impacts d'oiseaux ont eu lieu en Europe. Au moins sept aéronefs américains ont été perdus à la suite d'impacts d'oiseaux en Europe depuis 1973.

Types d'aéronefs

Les données jusqu'en 1995 inclusivement indiquent que la plupart des aéronefs militaires ayant subi des accidents causés par des oiseaux étaient des chasseurs ou des avions d'attaque monomoteurs (121 sur 167) ayant un seul pilote à leur bord. Les avions d'entraînement monomoteurs ont représenté 12 des pertes. Les chasseurs et avions d'attaque bimoteurs ont subi 21 accidents. D'autres bimoteurs à voilure fixe—surtout des bombardiers légers Canberra et Il-28—ont subi 8 pertes. Trois hélicoptères, deux quadrimoteurs et un chasseur de type inconnu de la CEI ont également été perdus.

Les données européennes montrent que plus de 92 pour cent des accidents causés par des oiseaux impliquaient des chasseurs et des avions d'attaque et des avions d'entraînement—des aéronefs qui, pour la plupart, n'ont pas d'équivalents dans l'aviation civile.

Les pertes d'hélicoptères et de quadrimoteurs présentent un certain intérêt car ces aéronefs sont les mêmes que les modèles civils. Un hélicoptère Mi-8 est-allemand a été perdu en 1975 après que son turbopropulseur eut ingéré un oiseau. Deux hélicoptères de l'armée britannique ont été perdus après avoir heurté des fils et s'être écrasés en essayant d'éviter des oiseaux. Un quadrimoteur ravitailleur Victor de la RAF a été perdu en 1976 après que de multiples impacts avec des mouettes aient entraîné un décollage interrompu au-dessus de la vitesse de décision. On a conclu par la suite que l'impact n'avait causé que de légers dommages et que l'aéronef aurait pu décoller.

Un patrouilleur Nimrod quadrimoteur a été perdu en 1980 lorsque trois moteurs sont tombés en panne à la suite de multiple impacts avec des mouettes immédiatement après le décollage. La perte d'un quadrimoteur a été signalée au Royaume-Uni avant 1950. En 1944, un bombardier Halifax de l'ARC a été détruit lors d'un atterrissage forcé après qu'un oiseau eut traversé le pare-brise et blessé le seul pilote pleinement qualifié. Il y a lieu de noter la rareté relative des accidents graves d'hélicoptères et de quadrimoteurs causés par des oiseaux, ce qui reflète l'expérience civile. Mais dans les cas de dommages importants, le risque est élevé. Les sièges éjectables sont l'exception—ils n'existent pas dans les hélicoptères—et il y a souvent un personnel nombreux à bord. De récents incidents impliquant de gros quadrimoteurs militaires sont traités plus loin dans ce chapitre.

Phases du vol

Sur les 148 accidents pour lesquels on connaît la phase du vol, 90 (61 pour cent) se sont produits en dehors de l'aéroport pendant le vol de croisière et de tir d'armes. La plupart de ces graves impacts d'oiseaux en route (78 sur 90) se sont produits à basse altitude à moins de 1000 pieds AGL. Dans l'ensemble, les impacts d'oiseaux en basse altitude représentaient 53 pour cent du total. Un peu plus de la moitié des accidents

sont survenus pendant des types de vols qui sont exclusivement du domaine des aéronefs militaires.

Sur ces mêmes 148 accidents causés par des oiseaux, 58 (39 pour cent) ont eu lieu sur des terrains d'aviation ou à proximité pendant le décollage, la montée, l'approche, des posés-décollés, des remises de gaz et des vols de démonstration—la plupart se sont produits pendant le décollage et la montée. Les deux accidents connus impliquant un quadrimoteur européen entre 1950 et 1995 sont survenus pendant et immédiatement après le décollage. Deux accidents ultérieurs de quadrimoteurs européens concernaient un E-3 AWACS de l'OTAN au décollage et un Hercules C-130 de l'armée de l'air belge en courte finale.

Altitudes et vitesses

Pour ce qui est des accidents causés par des oiseaux à des altitudes connues, 103 (72 pour cent) des 143 se sont produits à 500 pieds AGL ou moins; 27 autres (19 pour cent) ont eu lieu entre 501 et 1000 pieds. De ces 130 impacts à basse altitude, 50 ont eu lieu près des aérodromes et 72 pendant des vols de croisière à basse altitude ou à distance de tir. Les altitudes les plus élevées auxquelles les impacts ont entraîné la perte de l'aéronef se situaient entre 2500 et 3500 pieds. Huit impacts se sont produits à cette altitude. Les vitesses au moment du heurt des oiseaux qui ont causé la perte de l'aéronef allaient de 0 kts pour un Mi-8 en vol stationnaire à 595 kts. Sept de ces impacts ont eu lieu entre 500 et 595 kts. Presque tous les accidents à grande vitesse—au-dessus de 400 nœuds—se sont produits pendant des vols de croisière ou à distance de tir et essentiellement à basse altitude.

Parties touchées des aéronefs

Les moteurs sont généralement les parties les plus fréquemment touchées. Sur les 144 accidents graves dans lesquels la partie touchée a été indiquée, 102 impliquaient les moteurs et 24 les pare-brise et la voilure; dans 11 autres, ce sont les moteurs et les pare-brise qui ont été touchés. Dans seulement sept accidents graves, les parties touchées n'étaient pas les moteurs ou le pare-brise.

Types d'oiseaux

La figure 13.1 résume les types d'oiseaux qui ont causé des accidents graves d'aéronefs militaires en Europe entre 1950 et 1995. Les espèces d'oiseaux étaient inconnues dans 66 cas. Dans quatre autres cas, les accidents ont fait suite à des tentatives d'éviter des oiseaux plutôt qu'à un véritable impact. Les oiseaux responsables dans 98 des impacts étaient :

- des mouettes (35),
- des buses et des faucons (11),
- des canards (8),
- des pigeons (8),
- des corvidés (6).

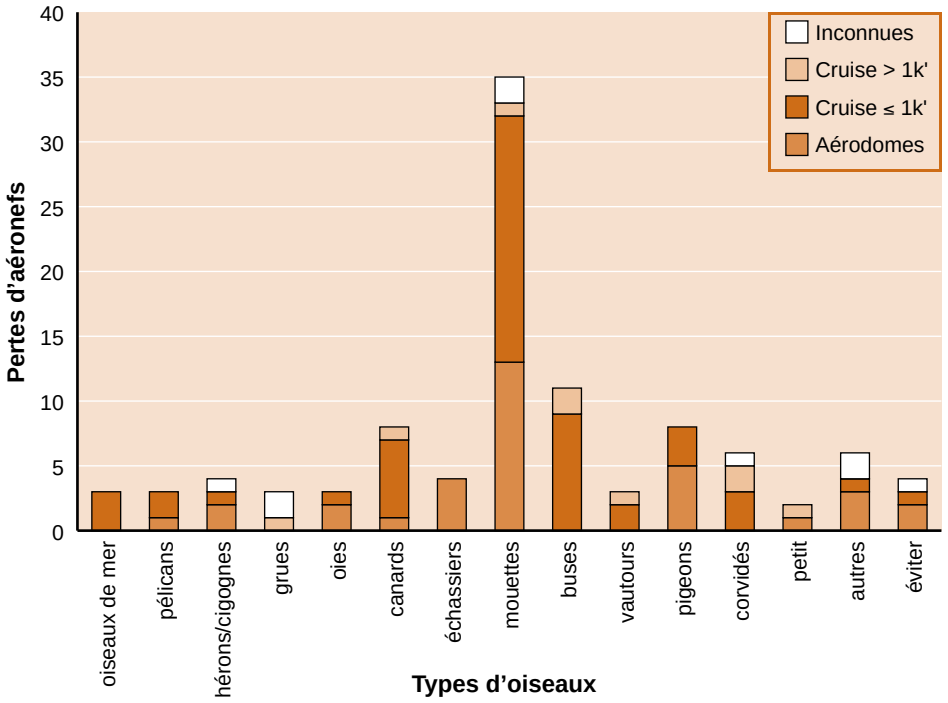


Figure 13.1 Types d'oiseaux causant des accidents graves aux aéronefs militaires en Europe, 1950-1995.

Les autres groupes responsables d'au moins 3 ou 4 accidents chacun étaient :

- des oiseaux de mer (Gannet et 2 autres),
- des pélicans,
- des hérons, des aigrettes et des cigognes,
- des grues,
- des oies,
- des échassiers (vanneaux ou pluviers dans chaque cas),
- des vautours.

Toutes les valeurs doivent être considérées comme des minimums en raison des nombreux accidents pour lesquels le type d'oiseau n'est pas connu.

Ce sont les mouettes qui représentaient le problème le plus grave près des aérodromes et pendant les croisière en basse altitude, mais elles n'ont causé qu'un seul accident connu pendant un vol de croisière au-dessus de 1000 pieds AGL. De même, les pigeons ont causé des accidents à la fois près des aérodromes et pendant des vols de croisière en basse altitude. En revanche, il n'y a pas eu de pertes connues attribuables aux buses

ou aux corvidés près des aérodromes; ils ont cependant été frappés pendant des vols de croisière en basse et haute altitudes. Les pertes attribuables aux canards se sont produites surtout pendant un vol de croisière à basse altitude, comme toutes les pertes dues aux oiseaux de mer et aux pélicans.

Expérience canadienne et américaine

Le tableau 13.4—adapté de West et Richardson (2000)—comprend une liste des accidents militaires graves causés par des oiseaux au Canada et aux États-Unis. Le tableau exclut les accidents d'aéronefs canadiens et américains en Europe.

Dix aéronefs des Forces canadiennes ont été perdus à la suite d'impacts d'oiseaux dans l'espace aérien intérieur. Il s'agit de cinq Starfighters CF-104 et cinq avions d'entraînement Tutor CT-114. Il y a eu deux décès, les deux se produisant lorsque l'équipage d'un Tutor n'a pas pu s'éjecter après avoir éloigné l'aéronef de la ville de Regina.

Le tableau 13.4 présente 55 accidents graves d'aéronefs militaires américains dans l'espace aérien américain. Ces accidents ont causé 42 décès—24 dans l'écrasement du AWACS E-3 à Anchorage, en Alaska en 1995.

Dans l'ensemble, les phases de vol étaient connues pour 62 accidents canadiens et américains—24 (39 pour cent) ayant été causés par des oiseaux pendant des vols à basse altitude. Ce chiffre canadien/américain est légèrement inférieur aux chiffres européens. En Europe, 72 pour cent (103 sur 143) des accidents se sont produits pendant des vols à basse altitude.

On a constaté des différences importantes entre les types d'oiseaux frappés en Amérique du Nord et en Europe. En Europe, les mouettes sont responsables de la plupart des accidents—36 pour cent. Au Canada et aux É.-U., les mouettes ne représentaient que 11 pour cent (5 sur 44) des accidents causés par des espèces identifiées. Le groupe le plus important était celui des vautours—vautour commun et urubu noir—qui ont été responsables de 30 pour cent (13 sur 44) des accidents. Les vautours ont été également responsables de 9 (38 pour cent) des écrasements qui se sont produits en vol à basse altitude. Les autres groupes sont les suivants :

- les faucons et aigles, six accidents—14 pour cent—y compris cinq vols à basse altitude (21 pour cent);
- les canards (trois accidents);
- les pélicans d'Amérique(deux accidents);
- les oies des neiges (deux);
- les oies du Canada (deux);
- les grues du Canada (deux);
- les étourneaux européens (deux).

Date An Mo Jo	Type aéronef	Espèce oiseau	Équip.**	Circonstances
Canada				
66 10 12	CF-104	oie des neiges	1E	Le moteur a ingéré l'oiseau et parties de l'entrée d'air, puis tombé en panne. À 2000 pieds près de la BFC de Cold Lake, en Alberta.
67 03 30	CF-104		1E	Le moteur a ingéré l'oiseau en montée de la BFC de Cold Lake, en Alberta.
68 11 15	CF-104	canards	1E	Le moteur a ingéré les oiseaux; 1 oiseau a fracassé le pare-brise en vol à basse altitude près de Unity, en Saskatchewan.
69 08 19	CF-104	faucon?	1E	L'oiseau a frappé le fuselage, panne moteur en vol à basse altitude près de Cold Lake, en Alberta.
74 05 27	CF-104	gros	1E	Le moteur a ingéré l'oiseau en vol à basse altitude près de Cold Lake, en Alberta.
76 05 11	Tutor		1E	Le moteur a ingéré l'oiseau et a pris feu au posé-décollé à la BFC de Moose Jaw, en Saskatchewan.
76 05 31	Tutor	Mallard	2E(T)	Le moteur a ingéré l'oiseau et est tombé en panne à la montée de Regina,Sask.; l'équipage a fait demi-tour et s'est éjecté trop tard.
80 06 24	CF-104		2E	Le moteur a ingéré l'oiseau et est tombé en panne en vol à basse altitude à Cold Lake, AB.
91 02 26	Tutor		2E	Ingestion de l'oiseau juste après le décollage de la BFC de Moose Jaw, Sask.
97 09 25	Tutor		2E	Ingestion de l'oiseau puis décrochage du compresseur en vitesse de croisière au-dessus de Assiniboia.
États-Unis Armée de l'air				
62 10 10	F-102	étourneaux		Ingestion de plusieurs oiseaux sur la piste à l'AFB de Westover, MA.
64 10 31	T-38A	oie des neiges	1E(T)	Pare-brise fracassé à l'approche de l'AFB de Ellington, TX; parties du pare-brise ingérées, deux moteurs en panne, pilote éjecté trop bas.
66 --- ---	T-38		Inc.	Le moteur a ingéré l'oiseau au décollage; aéronef détruit; endroit inconnu.
66 --- ---	F-100	goélands		Train d'atterrissage frappé au décollage; le train s'est écrasé à l'atterrissage.

Tableau 13.4 Accidents militaires graves avec des oiseaux au Canada et aux É.-U.*
Tous les accidents ont entraîné un ou plusieurs des effets suivants : destruction de l'aéronef, éjections du pilote ou décès.

* Exclut les accidents d'aéronefs militaires canadiens et américains en Europe.

** E=éjectés; T=tués E(T)=éjecté mais tué; bles=blessé (très incomplet).

Date An Mo Jo	Type aéronef	Espèce oiseau	Équip.**	Circonstances
Armée de l'air *suite*				
66 --- ---	T-38	goélands	2E	Pare-brise fracassé et oiseaux ingérés par les deux moteurs en montée.
66 10 --	T-37	grue du canada	[1T]	Pare-brise fracassé à 1200 pieds et 240 kt; pilote tué; 2e pilote a atterri sain et sauf à l'AFB de Reese, Texas.
67 --- ---	T-38		Inc.	Pare-brise fracassé à l'approche; pilote frappé d'incapacité, l'aéronef a plongé au sol. Endroit inconnu.
67 09 --	F-100	faucon	1T	Écrasement après un impact d'oiseau. Pas d'autres détails.
68 --- ---	F-100		1T	Pare-brise fracassé en vol à basse altitude; l'aéronef a piqué du nez jusqu'au sol. Endroit inconnu.
68 --- ---	F-100	aigle royal	2E	Pare-brise fracassé en vol à basse altitude. Endroit inconnu.
69 --- ---	T-37B	vautour	1K	Pare-brise fracassé pendant la montée, a piqué jusqu'au sol. Endroit inconnu.
70 --- ---	T-37B	vautour	[1T]	Pare-brise fracassé en montée à 2 000 pieds et 195 kt; pilote tué; 2e pilote a atterri sain et sauf. Endroit inconnu.
70 --- ---	T-38A	petits oiseaux	2E	Le nez et le pare-brise ont frappé des petits oiseaux en montée; radome désintégré et ingestion dans les moteurs. Endroit inconnu.
71 --- ---	RF-4C	vautour	[1E]	Pare-brise fracassé en vol à basse altitude. Un membre d'équipage éjecté, l'autre a atterri sain et sauf. Endroit inconnu.
71 --- ---	F-101B	petit oiseau	2T	Ingestion de l'oiseau au décollage; décollage interrompu et dépassement de la piste; l'aéronef a brûlé. Endroit inconnu.
71 --- ---	F-111	vautour	2E	Pare-brise fracassé en vol à basse altitude; le pilote a perdu le contrôle. Endroit inconnu.
72 --- ---	T-38A	grue du canada	[1E]	Pare-brise fracassé à 9000 pieds; un pilote s'est éjecté mais le second pilote a atterri sain et sauf. Endroit inconnu.
73 --- ---	F-111A	martinet	2E	Pare-brise fracassé en vol à basse altitude, Parc nat. de Zion, Utah.

Tableau 13.4 Accidents militaires graves avec des oiseaux au Canada et aux É.-U.*
Tous les accidents ont entraîné un ou plusieurs des effets suivants : destruction de l'aéronef, éjections du pilote ou décès.

* Exclut les accidents d'aéronefs militaires canadiens et américains en Europe.

** E=éjectés; T=tués E(T)=éjecté mais tué; bles=blessé (très incomplet).

Date An Mo Jo	Type aéronef	Espèce oiseau	Équip.**	Circonstances
Armée de l'air *suite*				
74 01 14	T-38A		2E(1T)	Pare-brise fracassé pendant la montée de l'AFB de Randolph, Texas; débris ingérés causant des fluctuations de puissance.
74 05 06	T-38A		2E	Ingestion des oiseaux juste après le décollage à l'AFB de Randolph, Texas; double extinction réacteur.
79 07 27	A-10A		1E	L'oiseau a coupé les lignes hydrauliques au bord d'attaque de l'aile à 1100 pi; l'aéronef a pris feu et s'est écrasé à Bonita, en Arizona.
81 09 08	T-38A	goélands	2E(1T)	Les deux moteurs ont ingéré les goélands juste après le décollage de l'aéroport de Lakefront de Cleveland, Ohio.
82 05 11	F-16A	pélican blanc	1E	L'oiseau a heurté le radome causant de graves dommages; débris ingérés par le moteur à 2000 pieds au-dessus de Great Salt Lake, Utah.
85 04 02	T-38A	Vacher tête br	2E	Ingestion des oiseaux à 500 pieds en montée de l'AFB de Sheppard, Texas.
85 10 30	A-10A		1E	La queue et l'aile ont heurté des fils quand le pilote tentait d'éviter des oiseaux en vol à basse altitude à Emerickville, Pennsylvania; l'aéronef est devenu incontrôlable.
86 10 20	F-4E	vautour	2E(1T)	L'oiseau a pénétré le fuselage, brisé les tuyaux carburant et causé un incendie en vol à basse altitude au-dessus de la Georgie.
87 09 28	B-1B	pélican blanc	3E(3T)	L'oiseau a pénétré la jonction aile/nacelle brisant les lignes hydrauliques en vol à basse altitude au-dessus de La Junta, Colorado; incendie en vol.
89 01 04	F-16A	vautour	1E	Pare-brise fracassé en vol à basse altitude
				au-dessus de la Avon Park Range, Florida.
89 01 05	F-16C	étourneaux	1 ble.	Ingestion des oiseaux au décollage de l'AFB de Shaw, Caroline du Sud; décollage interrompu, l'aéronef a brûlé.
90 04 10	OA-37B	vautour?	1E	Perte de contrôle et écrasement pour avoir voulu éviter des oiseaux à l'approche vers l'AFB de Howard, Panama.

Tableau 13.4 Accidents militaires graves avec des oiseaux au Canada et aux É.-U.*
Tous les accidents ont entraîné un ou plusieurs des effets suivants : destruction de l'aéronef, éjections du pilote ou décès.

* Exclut les accidents d'aéronefs militaires canadiens et américains en Europe.

** E=éjectés; T=tués E(T)=éjecté mais tué; bles=blessé (très incomplet).

Date An Mo Jo	Type aéronef	Espèce oiseau	Équip.**	Circonstances
Armée de l'air *suite*				
91 04 18	F-16A	vautour	1E	Le moteur a ingéré l'oiseau à basse altitude près de Fort Smith, Arkansas.
92 09 03	T-38A	vautour	[1T]	Pilote tué lorsque le pare-brise a été fracassé en vol à basse altitude près de Abilene, Texas; l'autre pilote a atterri sain et sauf.
92 09 18	F-16A	pluviers	1E	Le moteur a ingéré les oiseaux en rotation à Duluth, MN; écrasement après 2 minutes.
92 12 17	F-16A	faucon	1E	Le moteur a ingéré l'oiseau en vol à basse altitude au-dessus du Dixie Range, Texas.
93 06 20	T-38A	hirondelles	2E	Un moteur a ingéré les oiseaux au décollage de la NAS de Dallas, Texas; a continué pendant 1 minute avant de s'écraser.
93 07 06	T-38A	alouette hau.col	2E	Ingestion de l'oiseau au décollage de l'AFB de Reese, Texas;décollage interrompu, dépassement de piste, éjection; 1 membre d'équipage paralysé.
94 05 06	T-38A			Gravement endommagé après un impact d'oiseaux; pas de détails.
94 07 01	F-16B	vautour	2E	Le moteur a ingéré l'oiseau en vol à basse altitude près de Eagle Pass, Texas.
95 09 25	E-3B	oies du Canada	24T	A frappé de nombreuses oies au décollage de l'AFB de Elmendorf, Alaska; 2 moteurs sont tombés en panne; s'est écrasé dans les arbres.
97 10 22	AT-38B		2T	Frappé par un F-16B qui évitait des oiseaux pendant une mission photo à l'AFB de Edwards, Californie.
États-Unis				
Navy and Marine Corps.				
7? --- ---	A-7B	vautour	1E	L'oiseau a frappé le radome et a été ingéré en montée quelque part dans le sud-est des É.-U. (année?); l'aéronef a perdu sa puissance.
7? --- ---	A-4B	goéland	1E	Le moteur a ingéré l'oiseau au décollage, le pilote a interrompu trop tard, est tombé dans la rivière. Endroit et date inconnus.
73 03 21	AV-8A		1E	A frappé un oiseau à Beaufort, Caroline du sud. (année?)

Tableau 13.4 Accidents militaires graves avec des oiseaux au Canada et aux É.-U.*
Tous les accidents ont entraîné un ou plusieurs des effets suivants : destruction de l'aéronef, éjections du pilote ou décès.

* Exclut les accidents d'aéronefs militaires canadiens et américains en Europe.

** E=éjectés; T=tués E(T)=éjecté mais tué; bles=blessé (très incomplet).

Date An Mo Jo	Type aéronef	Espèce oiseau	Équip:**	Circonstances
Navy and Marine Corps. *suite*				
80 05 ---	TA-4J		2E	S'est apparemment écrasé après une colllision avec des oiseaux. Pas de détails.
80 09 29	T-34C		[1E]	Pare-brise fracassé à 2 800 pi.; l'instructeur s'est éjecté, l'élève a atterri sain et sauf à Brewton, Alabama.
80 10 31	A-4M		1E	L'oiseau a heurté le bec de l'aile en vol à basse altitude au-dessus de la Dare County Range, Caroline du N.; perte de contrôle et écrasement dans les arbres.
84 05 05	A-4E		1E	Pare-brise fracassé à l'approche vers la NAS de Cecil, Floride.
86 01 17	AV-8B	faucon qu.rou.	1E	Pare-brise fracassé en vol à basse altitude près de Yuma, Arizona
90 04 21	TAV-8B	vautour	2E	Ingestion de l'oiseau et panne-moteur en vol à basse altitude, Beaufort, SC.
92 05 28	F-18A	vautour	1E(T)	Pare-brise fracassé en vol à basse altitude près de Gainesville, Floride; le pilote s'est éjecté mais a été tué.
93 10 15	AV-8B	faucon	1E	Ingestion de l'oiseau et panne en vol à basse altitude, Raleigh, NC.
94 03 08	EA-6B	oie du Canada	4E	Le moteur a ingéré l'oiseau en posé-décollé à Bogue Field, Caroline du Nord; panne-moteur et incendie.
95 01 14	TAV-8B	goéland arg.	2E	L'oiseau a pénétré le poste de pilotage par la verrière et a fait éclater le pare-brise en vol à basse altitude près de Rocky Mount, Caroline du Nord.
95 10 05	FA-18D		2E	Le moteur gauche a ingéré un gros oiseau en vol à basse altitude, SO de l'Arizona.
96 11 01	T-45A	canard	2E	Ingestion de l'oiseau en approche de nuit vers la NAS de Kingsville, Texas.

Tableau 13.4 Accidents militaires graves avec des oiseaux au Canada et aux É.-U.*
Tous les accidents ont entraîné un ou plusieurs des effets suivants : destruction de l'aéronef, éjections du pilote ou décès.

* Exclut les accidents d'aéronefs militaires canadiens et américains en Europe.

** E=éjectés; T=tués E(T)=éjecté mais tué; bles=blessé (très incomplet).

Études de cas

Plusieurs études importantes ont été récemment réalisées sur les accidents d'aéronefs militaires dus à des impacts d'oiseaux. Les chasseurs et les avions d'attaque sont les plus fréquemment en cause, mais les décès sont relativement rares en raison d'équipages de conduite réduits et de la présence des sièges éjectables. Mais il y a eu davantage de pertes de vie dans le plus petit nombre d'accidents de gros aéronefs—aéronefs semblables à ceux que l'on trouve dans la flotte de transporteurs civils. On trouvera plus loin des exemples détaillés d'accidents impliquant les deux types d'aéronef.

Chasseur et avions d'attaque

Comme on l'a vu plus haut dans ce chapitre, les vols à grande vitesse et à basse altitude—la zone qui est occupé par la plupart des oiseaux—sont les plus exposés aux impacts d'oiseaux. Les chasseurs et avions d'attaque et les avions d'entraînement associés volent à cette altitude pour la majorité des missions—89 pour cent de tous les accidents graves au Canada et au É.-U. concernent ces aéronefs. Les chasseurs et avions d'attaque se déplacent si rapidement que les oiseaux—et les pilotes—n'ont pratiquement pas le temps de réagir. Les gros oiseaux comme les vautours, les faucons, les mouettes, les pélicans et les grues sont souvent heurtés lorsqu'ils pénètrent dans la trajectoire d'un aéronef à grande vitesse. Dans ces collisions à grande vitesse, même les petits oiseaux peuvent causer de graves dommages.

Par exemple, un martinet a fracassé la verrière d'un F-111 au cours d'un vol à basse altitude au-dessus du Parc national Zion dans l'Utah. Les deux membres d'équipage se sont éjectés avant l'écrasement de l'appareil. Dans un autre incident, le moteur d'un avion d'entraînement biréacteur T-38A a ingéré des hirondelles au décollage de la base aéronavale de Dallas—l'aéronef a volé pendant une minute avant de s'écraser. Les deux membres de l'équipage se sont éjectés. Dans un autre exemple, un T-38A a ingéré une alouette hausse-col au décollage de la base de Reese au Texas. Le pilote a refusé le décollage et dépassé la piste et l'équipage s'est éjecté. Un des membre de l'équipage est resté paralysé à la suite de l'accident.

Bombardier B-1B de l' USAF

Le Commandement stratégique aérien de l'USAF utilise un secteur de bombardement en basse altitude dans l'est du Colorado. Le 28 septembre 1987, un bombardier quadrimoteur Rockwell B-1B faisait de l'entraînement dans le secteur à une altitude de 600 pieds AGL à une vitesse indiquée de 560 kts lorsqu'un pélican d'Amérique de 15 livres a frappé l'aéronef juste au-dessus de la nacelle du moteur droit. L'impact a déclenché un incendie qui a allumé et détérioré les systèmes hydrauliques jusqu'à ce que l'aéronef entre dans un roulis lent et impossible à corriger vers la droite. Trois des six membres d'équipage n'ont pas réussi à s'éjecter et sont morts dans l'écrasement.

L'enquête a révélé qu'il y avait eu environ 50 impacts d'oiseaux le long de cette même route aux instruments (177) au cours des huit années précédentes—une route dangereusement proche de deux réservoirs accueillant un grand nombre de pélicans d'Amérique et de

Épave du AWACS E-3B le 22 septembre 1995. Le 14 juillet 1996, la seule autre perte d'un AWACS E-3 s'est produite lorsqu'une version de l'OTAN s'est écrasée à la suite d'un impact d'oiseau à la base de Aktion, en Grèce.

grues du Canada. Un des autres facteurs ayant contribué à l'accident est le fait que le B-1B n'avait pas été conçu pour résister à un impact d'oiseau important; la flotte des B-1 a été modifiée par la suite pour en réduire la vulnérabilité.

AWACS E-3 de l'USAF/OTAN

Le AWACS E-3 est la version militaire du jet de passagers quadrimoteur Boeing 707, effectuant de longues missions à haute altitude. Le E-3 est équipé de systèmes de radar et de communication très évolués, notamment un grand radome circulaire à montage supérieur. Jusqu'en 1995, ces aéronefs n'avaient connu aucun écrasement depuis leur entrée en service en 1977.

Le matin du 22 septembre 1995, un AWACS E-3B de l'USAF très chargé a commencé son roulage de décollage sur la base de Elmendorf à Anchorage, en Alaska. La mission était un vol d'entraînement de routine de 6, 5 heures. Le contrôleur de la tour avait vu un troupeau d'oies près de la piste mais n'en avait pas averti l'équipage. Au moment où il a décollé de la piste, l'aéronef a frappé un troupeau d'oies du Canada. Il y avait au moins 31 oiseaux, certains ingérés par les deux moteurs de gauche—dont l'un a du être éteint pendant que l'autre perdait de la puissance. L'aéronef n'a pas pu

gagner de l'altitude ni être maîtrisé. Il a effectué un roulis vers la gauche avant de s'écraser sur une colline boisée. Les 24 membres d'équipage ont été tués.

Les enquêtes ont montré que le contrôleur aérien aurait dû avertir l'équipage de conduite de la présence des oies. D'autre part, l'équipage aurait dû se préoccuper de cette question car les oies étaient souvent présentes dans cette zone et l'observation des oiseaux à l'aéroport était modérée—indiquant un danger probable d'oiseaux. Les enquêteurs ont également critiqué le personnel chargé des opérations de vol à la base de Elmendorf pour n'avoir pas institué un programme efficace de gestion des oiseaux. À la suite d'une inspection de la base en juillet 1995, l'équipe BASH de l'USAF avait averti des dangers que représentait la population des oies du Canada.

Le cas du E-3 est un avertissement pour l'aviation civile. De nombreux aéroports ont des programmes de gestion des oiseaux insuffisants pour faire face au problème des oies. En raison de la similitude du E-3 avec de nombreux avions de ligne commerciaux, un accident identique pourrait se produire sur un avion à réaction de transport civil, un aéronef chargé de passagers.

Étonnament, un autre AWACS E-3 s'est écrasé à la suite d'un impact d'oiseau le 14 juillet 1996. L'aéronef de l'OTAN décollait de la base aérienne de Aktion en Grèce lorsque des impacts d'oiseaux multiples ont obligé l'équipage à refuser le décollage à grande vitesse. Le E-3 a quitté la piste, a continué le long d'un quai en pierre et s'est dirigé vers la mer. L'impact a cassé le fuselage entre les ailes et le poste de pilotage. Heureusement, aucun incendie ne s'est déclenché et les 14 membres d'équipage ont survécu sans blessures graves.

Le C-130H de l'armée de l'air belge

Le 15 juillet 1996, un quadrimoteur Hercules C-130H de transport de l'armée de l'air belge ayant 41 personnes à bord s'est écrasé en courte finale vers la base hollandaise de Eindhoven, en Hollande. Il a été confirmé que la principale cause de l'écrasement a été un impact d'oiseaux massif. Une volée d'au moins 600 vanneaux (un gros oiseau de rivage) et étourneaux—hors de vue de la tour de contrôle—est entré dans l'alignement du Hercules juste avant l'atterrissage. Bon nombre des oiseaux ont heurté le poste de pilotage et l'aile gauche—des dizaines ont fini dans les moteurs, dont trois ont perdu de la puissance. L'aile gauche a basculé et l'aéronef a heurté le sol près de la piste endommageant les réservoirs de carburant. Les 41 personnes à bord ont survécu à l'écrasement, mais au moment où l'aéronef s'est arrêté à 18 h 02, un feu-carburant a immédiatement enveloppé le fuselage avant.

L'équipage a essayé de secourir les passagers en éteignant les feux et en ouvrant les portes arrières du fuselage, mais les dégâts causés par l'impact empêchaient l'ouverture des portes de l'intérieur. Le contrôleur aérien de service savait qu'il y avait un grand nombre de passagers à bord, mais n'en a pas averti les pompiers qui ont commencé à lutter contre l'incendie cinq minutes après l'écrasement et ont terminé deux minutes

plus tard. Ne sachant pas qu'il y avait des passagers à bord et supposant que l'équipage de quatre personnes avait péri au moment de l'impact, les pompiers ont entrepris d'éteindre les incendies moteur. C'est seulement à 18 h 38—quelque 36 minutes après l'écrasement et 29 minutes après l'extinction de l'incendie principal—que les pompiers ont ouvert la porte arrière de l'aéronef et ont découvert les passagers. À ce moment-là, 31 étaient morts après avoir respiré les vapeurs toxiques. Trois autres sont morts plus tard, soit un bilan de 34 morts.

La capacité d'une grosse volée d'oiseaux relativement petits de causer l'écrasement d'un gros aéronef de transport militaire—également utilisé à de nombreuses fins civiles—fait ressortir les risques associés aux impacts d'oiseaux.

Conclusion

Bien que le partage des connaissances entre ces deux secteurs soit essentielle, l'aviation militaire ne semble pas avoir grand chose à enseigner à son homologue civil. Les différences dans les types d'aéronefs et les profils de vol empêchent les comparaisons directes, en particulier si l'on considère les normes de certification beaucoup plus rigoureuses en matière d'impacts d'oiseaux qui s'appliquent aux aéronefs civils. Les programmes de gestion de la faune aux aérodromes militaires et civils emploient également les mêmes techniques et le même équipement. De plus, la plus grande souplesse dont dispose l'aviation militaire pour fixer les horaires des vols et choisir les routes permet d'éviter les zones connues pour la présence d'oiseaux à tous les moments de l'année—un luxe que ne peut se permettre le monde des vols très réguliers de l'aviation civile.

Chapitre 14

Solutions à l'horizon

Introduction

Pour tenter de résoudre le problème des impacts avec la faune, l'industrie aéronautique doit continuer d'utiliser l'approche fondée sur la sécurité du système qui vise à réduire la probabilité et la gravité des impacts et la vulnérabilité des aéronefs. Bien que l'augmentation de certaines espèces dangereuses et la croissance de l'industrie aéronautique rendent la situation beaucoup plus difficile, il devrait être possible de réduire les risques. Les nouvelles technologies contribueront à la gestion du risque que représente la faune, en permettant de la détecter et en fournissant une capacité de dissuasion et en améliorant la capacité des aéronefs d'éviter les impacts.

La plupart des méthodes de gestion de la faune actuellement utilisées aux aéroports remontent déjà à plusieurs décennies. Bien que certains nouveaux produits, comme les répulsifs chimiques aient donné d'assez bons résultats, les progrès technologiques se sont surtout concentrés sur l'amélioration des produits et des techniques existants. Des études ont montré que les modifications de l'habitat et les techniques de gestion de la faune demeurent les solutions à long terme les plus efficaces lorsqu'elles sont mises en œuvre par des exploitants qualifiés.

La recherche concernant les nouvelles méthodes de réduction des probabilités d'impacts d'oiseaux est conduite sur deux fronts :

- Dissuader et disperser la faune à l'aide de technologies qui s'appuient sur la récente découverte des capacités sensorielles des oiseaux et des mammifères;
- Détecter les oiseaux et les mammifères et prévoir leurs mouvements.

Technologie de dissuasion et de dispersion de la faune

Bien qu'elle reste encore à mettre au point, l'idée d'un dispositif monté sur la cellule capable de disperser les oiseaux en stimulant les sens spécifiques aux oiseaux afin d'induire un comportement d'évitement, semble très prometteuse. Ce dispositif permettrait de libérer automatiquement de tout oiseau l'espace aérien situé directement devant l'aéronef. Cette technologie pourrait également servir au sol pour éloigner les oiseaux des pistes.

Les modèles d'évitement d'oiseau (BAM) et les systèmes d'information sur le péril aviaire (AHAS) s'avéreront sans doute les meilleurs outils de gestion du risque en ce qui concerne le péril aviaire qui dépasse la capacité des programmes de gestion de la faune des aéroports.

Il sera difficile de développer cette technologie; son efficacité varierait selon les espèces d'oiseaux et les conditions environnementales. Son acceptation par l'industrie serait également un problème. Néanmoins, la recherche se poursuit sur plusieurs fronts de la haute technologie.

Radar audible

Il semble que certaines espèces de la faune peuvent « entendre » des micro-ondes. On a constaté que certains oiseaux évitent certaines fréquences radar utilisées à des fins militaires. Ce phénomène a d'abord été remarqué chez des humains qui ont dit pouvoir entendre des clics, des bourdonnements et des sifflements à haute fréquence. S'il est possible d'avertir les espèces dangereuses par des micro-ondes, on pourrait mettre au point un système efficace de dispersion.

On ne comprend pas encore très bien comment les micro-ondes affectent les oiseaux, mais il existe actuellement deux théories : les micro-ondes peuvent affecter le comportement des oiseaux en produisant une nausée ou elles peuvent fournir un signal auditif de danger imminent. Les résultats préliminaires fondés sur des études limitées indiquent que les oiseaux peuvent entendre les micro-ondes et que ce signal peut mener à un comportement d'évitement. La recherche se poursuit afin de savoir comment transmettre au mieux le signal par micro-ondes; selon les espèces, certaines fréquences et modèles de modulation pourraient être plus ou moins efficaces. Bien que les expériences dans ce domaine en soient à leur tout début, la recherche sur le comportement des mammifères et les micro-ondes n'a pas été aussi dynamique. Il faudra encore plusieurs années avant de pouvoir commencer les essais d'un prototype.

Dans une des applications de cette technologie, les systèmes radar émettant des micro-ondes seraient installés sur l'aéronef et transmettraient le signal à l'avant de l'appareil. Le « son » des micro-ondes étant émis jusqu'à environ un mile à l'avant de l'aéronef, le système serait plus efficace à basse vitesse. Les oiseaux détecteraient leur signal auditif, apercevraient l'aéronef et feraient en sorte de l'éviter.

Les radars émetteurs de micro-ondes pourraient être d'excellents outils pendant les phases de vol où les aéronefs courent le plus de risque d'être frappés : décollage et montée initiale et approche finale et atterrissage. Cependant, cette technologie doit surmonter de nombreux obstacles liés à l'efficacité du produit, aux interférences avec d'autres équipements embarqués, au poids supplémentaire pour la cellule, aux effets possibles sur les humains, sans parler des coûts de la recherche et développement et de la mise en oeuvre. Cette technologie ne s'appliquerait probablement pas aux aéronefs militaires effectuant des missions à basse altitude, car ces aéronefs volent à des vitesses auxquelles ni les pilotes ni les oiseaux ont le temps de réagir. De plus, il faudra convaincre les constructeurs de cellules et les compagnies aériennes de l'intérêt économique de la technologie, car le poids supplémentaire influe largement sur la capacité des aéronefs commerciaux de produire des revenus.

Infrasons

Les sons à basse fréquence—ou infrasons—se produisent naturellement dans l'atmosphère, créés par des événements comme des tremblements de terre, des volcans, des phénomènes météorologiques violents et les courants atmosphériques. Certains animaux utilisent les fréquences sonores basses pour communiquer et certaines espèces d'oiseaux tout au moins peuvent détecter des infrasons. Il serait donc possible de se servir des infrasons pour communiquer intentionnellement un signal de danger qui fera fuir les oiseaux et les éloignera des terrains d'aviation et de la trajectoire des aéronefs à l'arrivée.

On pourrait utiliser cette technologie de deux façons. L'installation de générateurs d'infrasons le long des pistes dissuaderait les oiseaux de venir sur les aires d'utilisation des aéronefs, y compris la trajectoire d'approche et départ. Ces générateurs pourraient également être installés sur les aéronefs, bien que pour diverses raisons économiques, technologiques et de certification, cette solution pourrait ne pas être réalisable.

Des études préliminaires sur le potentiel des infrasons en tant qu'outil de gestion de la faune sont en cours. Pour que cette méthode soit efficace, les oiseaux devraient détecter l'infrason, l'associer à une menace et se déplacer. Comme pour toute initiative de gestion de la faune, l'accoutumance à l'infrason pourrait limiter son efficacité.

Projecteurs d'atterrissage stroboscopiques et pulsés

Un certain nombre d'études en laboratoire et sur le terrain ont porté sur l'utilisation des lampes stroboscopiques et des dispositifs d'alarme. Même si certaines constatations laissent à penser que les oiseaux réagissent aux lumières stroboscopiques, les données n'indiquent pas clairement qu'ils cherchent à les éviter.

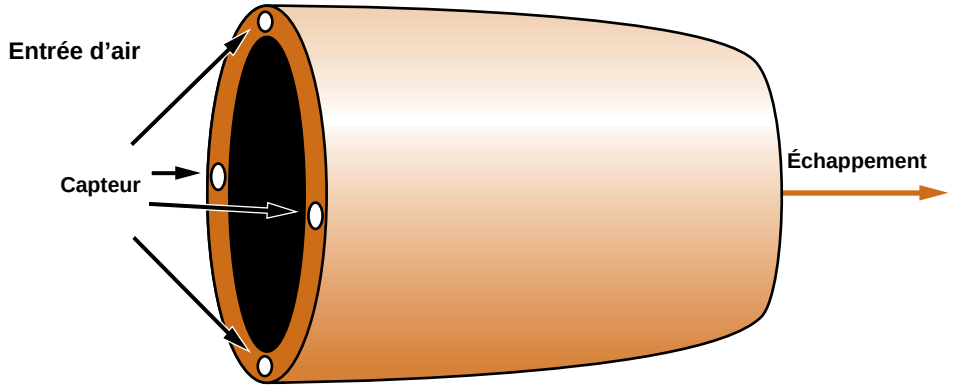


Figure 14.1 Système d'avertissement d'ingestion de corps étrangers

Le Centre de développement des transports—la division de la recherche de Transports Canada—a commandé une étude exhaustive portant sur les réactions des mouettes atricilles et des crécerelles d'Amérique aux lumières stroboscopiques de diverses longueurs d'ondes et fréquences. Les tests montrent clairement que les oiseaux étaient sensibles aux stimuli des lumières stroboscopiques et réagissaient physiologiquement par une accélération du rythme cardiaque. On n'a pas observé de réactions d'évitement évidentes, ce qui laisse croire aux auteurs que même si les lumières stroboscopiques attirent l'attention des oiseaux, ces outils ne suscitent pas des réactions de peur et d'envol *lorsqu'il n'y a pas d'autres stimuli menaçants*. Si les oiseaux pouvaient associer les signaux visuels des lumières stroboscopiques avec une menace—comme l'approche d'un aéronef—ils pourraient s'éloigner. S'il n'existe pas de menace réelle, une accoutumance pourrait se créer.

Les lumières stroboscopiques sont installées sur de nombreux aéronefs en tant que dispositifs anti-collision, mais même si les oiseaux peuvent détecter un aéronef qui approche par ses feux à éclats plus rapidement qu'un aéronef sans lumières, il n'existe pas encore de données qui justifient ce concept.

L'autre possibilité prometteuse est le recours à des projecteurs d'atterrissage pulsés. La recherche indique que les oiseaux sont sensibles plus rapidement à la présence d'un véhicule équipé de lumières pulsées que d'un véhicule sans lumières. Les pilotes d'hydravions de la Côte du Pacifique du Canada affirment que les projecteurs d'atterrissage pulsés réduisent leur taux d'impacts d'oiseaux.

Technologie de détection de la faune

La détection des activités de la faune est un élément très important de tout programme de réduction des impacts. Une détection rapide donne le temps nécessaire pour planifier et mettre en œuvre les mesures stratégiques et tactiques permettant de gérer les oiseaux ou—si possible—d'ajuster les profils de vol.

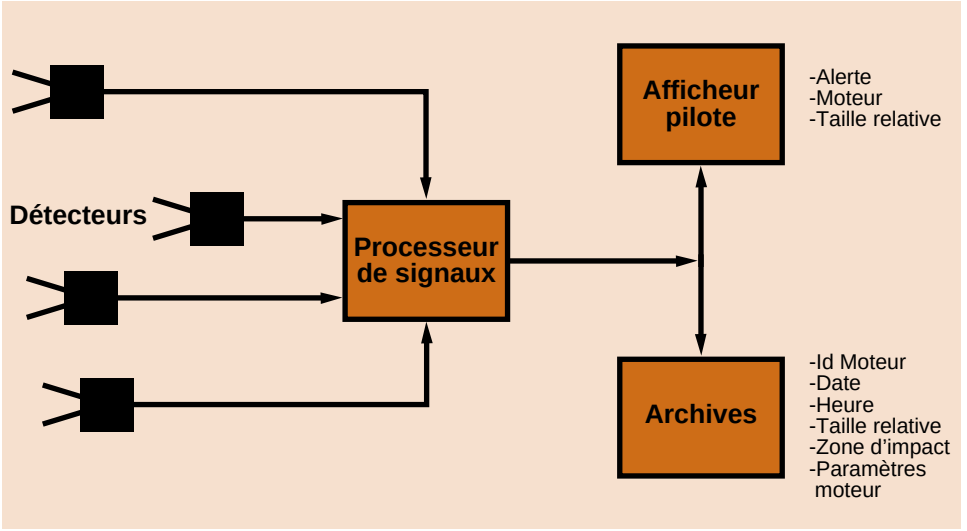


Figure 14.2 Indications du processeur de signaux du FOIDS

Avertissement d'ingestion de corps étrangers

Les technologies de détection actuelles pourraient être utilisées pour informer l'équipage de conduite lorsqu'un moteur a ingéré des oiseaux—une information vitale pour aider le pilote à prendre une décision à la suite d'un impact d'oiseau réel ou soupçonné.

Un projet visant à mettre au point un système de détection d'ingestion de corps étrangers (FOIDS), qui emploie quatre radars Doppler montés sur des nacelles de moteur (voir Figure 14.1) est en cours. Les corps étrangers, y compris les oiseaux et les restes d'oiseau, sont détectés et retracés lorsqu'ils entrent dans le moteur. La taille relative de l'objet, sa vélocité, sa trajectoire et son point d'impact probable dans le moteur sont calculés.

Le FOIDS pourrait fournir aux pilotes une information critique sur l'ampleur des dommages au moteur à la suite de l'impact d'oiseaux. De plus, si les équipages de conduite ne sont pas certains qu'un impact a eu lieu, le FOIDS pourrait le confirmer—ou l'infirmer. L'intérêt de cette information est évident si l'on considère les retours de précaution à l'aéroport souvent coûteux et inutiles—et les réparations encore plus coûteuses qu'il faut effectuer lorsque la maintenance et les réparations sont reportées.

Le processeur de signaux du FOIDS (voir Figure 14.2) est également un excellent outil pour le personnel d'entretien. Il permettrait aux inspecteurs des moteurs de confirmer un incident de FOD et d'adapter les procédures et les dates d'inspection des moteurs en fonction de la gravité de l'incident. Cela permettrait à la fois d'améliorer la sécurité en évitant les pannes moteur ultérieures dues à un FOD et de réduire les coûts associés aux démontages inutiles des moteurs.

Les travaux de recherche et développement menés aux États-Unis à l'aide de la technologie des radars existante pourrait éventuellement permettre de fournir des avertissements en temps réel sur l'activité des oiseaux qui profiteront aux équipes de gestion de la faune des aéroports, aux pilotes et aux fournisseurs d'ATS.

Modèles d'évitement des oiseaux (BAM) et Systèmes d'information sur le péril aviaire (AHAS)

Les radars et autres techniques de détection et de télémesure—notamment la télémesure par satellite—sont utilisés depuis longtemps pour l'étude des routes migratoires des oiseaux, la migration nocturne, les altitudes de vol, le nombre des oiseaux et les mouvements quotidiens. Il existe une base de données importante—une compilation des données historiques sur les mouvements dans de nombreuses parties du monde.

Au début des années 1980, un modèle d'évitement des oiseaux (BAM) a été mis au point par la U.S. Air Force afin d'avertir les équipages de conduite des activités des oiseaux et de tirer profit des capacités de détection existantes des mouvements d'oiseaux et des données sur le sujet. En compilant les données historiques sur les gros oiseaux et leurs mouvements, le BAM a fourni aux pilotes et aux planificateurs de mission l'information nécessaire pour envisager des mesures d'évitement.

À l'aide du BAM, la densité des oiseaux est indiquée en surimpression sur une carte normale. Chaque km carré des É.-U. se voit attribuer une valeur de risque d'impacts d'oiseaux. Le BAM fournit des données sur 60 espèces d'oiseaux particulièrement dangereux pour les aéronefs volant à faible altitude, mais pour simplifier le système, ces 60 espèces sont regroupées en 16 types composites en fonction du comportement. On accède au BAM au moyen d'un programme PC contrôlé par menu et accessible

sur l'Internet, permettant aux utilisateurs d'obtenir de l'information sur le péril aviaire selon les emplacements géographiques, le moment de l'année, le moment de la journée et les routes choisies. En comparant le risque relatif des différents plans de vol, les utilisateurs peuvent choisir les moments et les endroits les plus sûrs.

Le BAM s'est révélé un outil extrêmement utile pour prévoir les positions des oiseaux en fonction des connaissances acquises sur leurs emplacements. Les planificateurs des vols et les pilotes dans tous les secteurs aéronautiques peuvent se servir de cette information pour planifier 24 heures à l'avance. Malheureusement, le BAM :

- ne fournit pas d'information précise sur les espèces dangereuses comme les urubus à tête rouge et les buses à queue rouge; ces oiseaux représentent 27 pour cent des impacts connus et 53 pour cent des risques (probabilité de dommages) pour les aéronefs effectuant des missions à basse altitude;
- ne recueille pas de données sur les conditions dynamiques qui mettent en contact les oiseaux en vol plané avec les aéronefs, notamment :
- l'information météorologique,
- la profondeur des couches thermiques utilisées par les vautours en vol plané;
- ne tient pas compte des espèces d'oiseaux actifs le jour et la nuit et tout au long de l'année.

Afin de répondre au besoin d'information sur les concentrations et les comportements d'oiseaux en temps réel, on a créé le Système d'information sur le péril aviaire (AHAS) qui renforce la capacité du BAM. Le AHAS est conçu pour lier :

1. les données historiques du BAM sur l'activité des oiseaux;
2. les conditions météorologiques par rapport aux activités des oiseaux;
3. les taux des impacts d'espèces d'oiseaux particulières.

De plus, le AHAS fournit les données sur les activités des oiseaux recueillies par les radars météorologiques de la nouvelle génération (NEXRAD), ce qui permet de fournir de l'information sur les niveaux de risque d'impacts d'oiseaux mise à jour toutes les 20 à 35 minutes. Actuellement, le AHAS couvre les deux tiers des 48 États du Sud des É.-U. Ensemble, le BAM et le AHAS appuient la planification des vols à court et à long terme en ciblant les mouvements et les comportements des oiseaux.

Application des techniques de modélisation des évitements d'oiseaux : deux exemples

Exemple 1

L'intégration des données sur les migrations des oiseaux à la planification des routes et des horaires des vols a abouti à une réduction considérable du nombre des impacts d'oiseaux coûteux et mortels que connaissaient les forces aériennes israéliennes.

Israël est situé au carrefour migratoire de l'Europe, de l'Asie et de l'Afrique, où un grand nombre d'oiseaux passent deux fois par an pour éviter la Méditerranée. Il s'agit

plus particulièrement des centaines de milliers de buses, d'aigles, de cigognes, de pélicans et de grues qui passent par cette région—des oiseaux de grande à très grande taille qui représentent un risque grave pour les aéronefs. Comme ces oiseaux utilisent les couches thermiques presque exclusivement comme source d'énergie, ils évitent de traverser de larges étendues d'eau qui ne produisent pas de courants thermiques et préfèrent suivre les rivages autour de la Méditerranée.

Des études approfondies ont été menées à l'aide de radars, de dispositifs de radio-télémesure, de planeurs et d'observations coordonnées d'un grand nombre d'employés du personnel au sol, afin d'examiner les mouvements de ces oiseaux au-dessus d'Israël. Les observations ont montré que les mouvements se produisent :

- dans des conditions météorologiques bien définies,
- à des moments prévisibles de l'année;
- le long des mêmes routes chaque année.

Les effets des variations quotidiennes comme les vents latéraux sont surveillés en temps réel à l'aide de radars afin de compléter les modèles prédictifs et fournir une information très exacte et à jour.

Exemple 2

Des études des pélicans en vol plané ont été réalisées récemment à la base aéronavale de Fallon, près de Reno, au Nevada. Des émetteurs de satellite de télémesure ont été posés sur dix pélicans d'Amérique. Les émetteurs ont permis de surveiller l'emplacement géographique et l'altitude de chaque oiseau se déplaçant entre une colonie de nidification et une aire d'alimentation éloignée. On a également recueilli des données climatologiques. Cette information est en train d'être analysée afin de déterminer s'il existe des liens prédictifs entre les trajectoires et les altitudes des vols des pélicans et les conditions climatologiques locales—en particulier les couches limites dans l'espace aérien utilisé par les pélicans.

Cette technique, qui n'est pas encore au point, promet de pouvoir prédire le comportement de vol quotidien des pélicans dans la région. On pourra alors prévoir les heures et les routes des vols de formation des pilotes de manière à réduire les risques d'impacts avec les pélicans.

L'avenir des systèmes d'avertissement d'oiseau

Il est possible d'améliorer le concept du BAM à l'avenir afin de créer éventuellement une base de données nationale ou même mondiale sur les mouvements et les impacts d'oiseaux.

Les systèmes d'avertissement d'oiseaux en Europe et aux É.-U. ont été utiles à l'aviation militaire, pour laquelle la capacité de prévoir les migrations aviaires correspond à la souplesse dont disposent les militaires pour planifier la plupart des missions militaires

en temps de paix. Mais pour les mêmes raisons, l'intérêt des données sur les mouvements d'oiseaux à l'intention de l'aviation commerciale pourrait être limité.

L'aviation commerciale est relativement rigide, liée par des horaires réguliers, des routes et des altitudes dictés par des facteurs autres que les mouvements d'oiseaux. Pourtant, tout nouvel outil de gestion du risque présente un intérêt, y compris ceux qui prédisent les mouvements d'oiseaux. Si les exploitants aériens et les pilotes peuvent être mieux renseignés sur la présence des oiseaux—et sur les risques connexes—ils peuvent prendre des décisions éclairées sur l'acceptation ou le rejet du risque; lorsque le risque est trop grand, les vols peuvent être retardés ou détournés.

Conclusion: orientations de la recherche

Alors que les progrès technologiques peuvent réduire l'importance des dommages aux aéronefs à la suite d'impacts avec la faune, les réalités économiques et opérationnelles peuvent être telles que l'objectif de protection des aéronefs et des moteurs contre tous les oiseaux et les mammifères pourrait être irréalisable.

En attendant, la recherche qui porte sur deux aspects du comportement de la faune—réaction de la faune aux stimuli et modélisation de prévision--est susceptible de fournir des nouveaux outils et méthodes de gestion de la faune.

Il faudra encore de nouvelles recherches pour trouver d'autres méthodes efficaces de gestion de la faune. Comme on l'a vu dans cet ouvrage, les pertes économiques annuelles attribuables aux impacts de la faune sont importantes. La possibilité d'un accident catastrophique ressort clairement des données sur les impacts et de l'analyse des risques. Les pouvoirs publics, les exploitants d'aéroport et l'industrie aéronautique doivent poursuivre activement les efforts visant à réduire la probabilité et la gravité des impacts de la faune sur les aéronefs.

Chapitre 15

Conclusion

Introduction

Tout au long de cet ouvrage, nous avons répété que l'approche fondée sur la sécurité du système était un élément fondamental de tous les programmes de gestion de la sécurité. Cette approche s'appuie sur un travail d'équipe et peu d'industries exigent—et encouragent—le travail d'équipe aussi fortement que l'aviation. La nature même de cette industrie, où les décisions sont lourdes de conséquence, exige une culture dans laquelle les décisions et les actions font en sorte que la sécurité est la première priorité. Et nulle part en aviation cette exigence n'est aussi importante que dans la gestion des dangers associés à la faune.

La gestion du danger associé à la faune

Les programmes de gestion de la faune varient en qualité et en complexité selon les pays. Les programmes mis en place dans les pays en développement et les petits aéroports sont inexistants ou inefficaces. Dans les aéroports privés où la responsabilité des personnes morales importe—et dans les aéroports possédés et exploités par les gouvernements dont le régime réglementaire est éclairé—les programmes de gestion de la faune sont souvent progressistes et scientifiques.

L'influence et le contrôle que les organismes de réglementation nationaux exercent sur les programmes de gestion de la faune varient selon les pays. Certains organismes ont des régimes très structurés alors que d'autres se soumettent à la volonté des intervenants. Les règlements normatifs comme ceux que l'on trouve dans les divers programmes réglementaires nationaux—et les pratiques recommandées de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI)—sont d'une efficacité limitée en raison des difficultés de surveillance et d'application. Cette situation s'explique à la fois par la nature très mobile et adaptative de la faune et par l'évolution constante du contexte dans lequel les programmes de gestion de la faune sont appliqués. Les changements dans le climat, le paysage humain et la réglementation environnementale—ainsi que des attentes sociétales capricieuses—font partie des nombreux facteurs qui font de la gestion de la

faune une tâche extrêmement dynamique et complexe. La nature du problème de la faune exige non seulement une approche fondée sur la sécurité du système, mais également un cadre réglementaire qui vise, avant tout, le rendement.

Communication

La vulnérabilité des jets de transport commerciaux aux impacts d'oiseaux est devenue évidente au début des années 1960, peu après que leur utilisation a commencé à progresser. À mesure que leur taille et leur complexité augmentaient, la taille et la structure du secteur aéronautique prenaient également une nouvelle ampleur. La bonne gestion des risques associés à la faune dépendait d'une coopération et d'une communication efficaces entre tous les intervenants. Si la responsabilité est à l'origine de la gestion du risque associé à la faune, la communication est le moyen de l'améliorer.

National et international

Au Canada, la création, au début des années 60, du Comité associé contre le péril aviaire a marqué la première rencontre officielle d'experts dans le domaine de la gestion de la faune et de l'aviation. La première réunion du Comité européen pour la prévention du risque aviaire a eu lieu à Francfort, en Allemagne, en 1966. Depuis lors, de nombreux autres comités nationaux de lutte contre le péril aviaire ont été créés et la participation aux deux plus importants—Bird Strike Committee USA/Canada et le International Bird Strike Committee—augmente chaque année.

On ne peut assez souligner tout ce que ces comités apportent à l'approche fondée sur la sécurité du système. Ils représentent une tribune essentielle pour l'échange d'information entre les praticiens de la gestion de la faune et d'autres intervenants importants. Chaque réunion donne la possibilité de comparer les techniques et l'équipement utilisés dans le monde. Les exposants commerciaux ont l'occasion de montrer leurs produits et d'en faire la démonstration. Des études scientifiques sont présentées et font l'objet de débats, ce qui permet d'améliorer la compréhension du problème et les niveaux de risque. Surtout peut-être, les réunions des comités sont des lieux de motivation et d'échange de nouvelles idées et permettent aux participants de repartir avec des outils susceptibles d'améliorer l'efficacité des programmes qu'ils gèrent.

Et maintenant?

À l'aéroport

Les experts de la gestion de la faune prétendent qu'une bonne partie des risques de collision entre un aéronef et la faune peut être éliminée, mais seulement si les exploitants d'aéroports et les autres organismes responsables suivent les directives figurant dans les manuels et des ouvrages comme *Un ciel à partager*.

Ce programme combine 80 pour cent de gestion de l'habitat et 20 pour cent de contrôle actif et de nature scientifique tout en modifiant les calendriers et les techniques de ces mesures pour éviter l'accoutumance. Les autres éléments essentiels sont les suivants :

- Un système de rapport fiable,
- Une collecte et une analyse officielles des données,
- Une recherche permanente sur l'amélioration des techniques et de l'équipement utilisés pour la gestion de la faune,
- Un réseau de communication fiable.

Voilà les outils d'un personnel de la gestion de la faune dévoué et motivé, sans lequel une bonne gestion de la faune serait impossible.

Certains événements récents soulignent le besoin fondamental d'une utilisation méthodique de ces outils. Les données montrent clairement la présence d'un problème croissant d'impacts d'oiseaux graves à des altitudes qui dépassent la sphère d'influence des exploitants d'aéroports. En attendant, les populations de nombreuses espèces d'oiseaux dangereux augmentent rapidement pour diverses raisons, notamment une mauvaise utilisation des terres près des aéroports.

Recherche et développement

Pour faire avancer la cause de la gestion de la faune, il faut appuyer la recherche en cours—et l'encourager—grâce à un financement suffisant. Cette recherche permettra au secteur aéronautique de mieux comprendre certaines questions, notamment :

- les techniques et l'équipement de gestion de la faune;
- le comportement des animaux par rapport aux aéroports et aéronefs, en particulier la recherche visant à déterminer si l'on peut conditionner la faune pour qu'elle évite certaines zones comme les pistes et les aires de roulage;
- la gestion de la végétation et sa contribution à la réduction du péril faunique;
- les systèmes embarqués—comme les projecteurs d'atterrissage stroboscopiques, les feux stroboscopiques, les jeux de couleurs, les générateurs d'infrasons et de micro-ondes—susceptibles de mieux avertir la faune de la présence d'un aéronef;
- l'amélioration des techniques de gestion des sols comme les sites d'enfouissement;
- les protocoles de rapport des incidents et accidents dus à la faune;
- les technologies qui peuvent détecter et disperser la faune sans exiger un personnel important;
- les technologies qui peuvent détecter les oiseaux et avertir les fournisseurs de services de la circulation aérienne et les pilotes d'un danger imminent ou immédiat d'oiseaux.

Éducation et sensibilisation

Grâce à des programmes d'éducation et de sensibilisation, les intervenants sont amenés à s'intéresser aux problèmes de la faune. Plusieurs pays ont amélioré la qualité des programmes de gestion de la faune en lançant simplement des campagnes de relations

publiques dynamiques. Il est possible de quantifier les résultats de ces initiatives par l'amélioration des rapports d'impacts d'oiseaux et une meilleure coopération entre les intervenants de l'industrie.

Réglementation

L'industrie aéronautique est certainement une des plus réglementées du monde développé. Pourtant, les nombreuses réunions des comités de lutte contre le péril aviaire et plusieurs initiatives en cours n'ont pas réussi à établir plus que quelques programmes de lutte contre le péril faunique pleinement réglementés de par le monde. Transports Canada a consacré des années à élaborer des règlements et des normes sur la gestion de la faune aux aéroports; le ministère prévoit l'adoption des règlements dans un proche avenir.

Règlements normatifs et règlements fondés sur les résultats

Un des problèmes des règlements normatifs est qu'ils sont susceptibles d'établir une norme fixe—un plafonnement qui décourage l'exploitant d'aéroport de continuer à améliorer les programmes. Les règlements normatifs devraient également être appliqués. Il faudrait recruter des agents d'application de la loi qui recevraient un entraînement poussé dans les sciences naturelles; non seulement le coût de ces initiatives serait prohibitif, mais les normes nécessaires à cette application imposeraient un nouveau fardeau bureaucratique. Néanmoins, les règlements et les normes axés sur les résultats devraient donner aux organismes de réglementation la capacité de surveiller les résultats au moyen d'une analyse des données, réduisant ainsi la nécessité d'un personnel d'application de la loi spécialisé.

Les problèmes que posent les règlements normatifs deviennent évidents dans les règles que certains pays développés sont en train d'adopter. Par exemple, les règlements normatifs interdisent normalement l'exploitation de sites d'élimination des déchets à l'intérieur d'un ensemble de points de référence des aéroports. Pourtant, en raison de diverses préoccupations conflictuelles, comme les coûts de zonage, les limites de compétences et la présence de sites existants, de nombreux sites d'enfouissement continuent d'être exploités dans des zones de séparation régularisées. De plus, même s'ils ne sont pas situés dans les zones de séparation, ces sites sont souvent mal gérés et attirent un grand nombre d'oiseaux qui occupent normalement les trajectoires de vol des aéronefs. Grâce aux nouvelles technologies utilisées sur les sites d'enfouissement, les oiseaux peuvent pratiquement disparaître de ces endroits. Du point de vue de la gestion du risque, il serait préférable pour l'industrie aéronautique que les règlements axés sur les résultats exigent que tous les exploitants des sites d'enfouissement gèrent les sites proches des aéroports de cette façon.

Organisation de l'aviation civile internationale (OACI)

L'OACI est en train de mettre à jour ses pratiques recommandées en matière de gestion de la faune contenues dans l'Annexe 14, Chapitre 3 du *Manuel sur les services d'aéroport*. Les normes de l'OACI devraient assurer un cadre rigoureux pour l'élaboration de règlements et de normes par ses États membres.

Collecte des données

La plupart des experts de la gestion de la faune conviennent que les programmes actuels de gestion des risques associés à la faune ne disposent pas de données fiables. Malgré la difficulté d'appliquer un système obligatoire de rapport des collisions avec la faune, les avantages de disposer de données complètes et utiles le justifieraient.

Les règles de certification actuelles des moteurs à réaction s'appuient sur des données qui étaient beaucoup moins fiables et informatives qu'aujourd'hui. Ce n'est que récemment que les décideurs ont eu accès à des données complètes et exactes qui montrent :

- toute la portée des incidents destructeurs que représentent les impacts de grosses volées d'oiseaux sur les turboréacteurs à double flux,
- l'importance de la croissance de la population et de la taille de certaines espèces d'oiseaux aquatiques.

L'étape suivante : les nouvelles technologies

Les experts se félicitent du potentiel des nouvelles technologies qui peuvent avertir à l'avance des activités des oiseaux, permettant ainsi aux fournisseurs de services de la circulation aérienne et aux pilotes de prendre des décisions sur la gestion des vols susceptibles de réduire les risques associés aux impacts.

De nombreux systèmes militaires conçus au départ pour détecter, suivre et intercepter les missiles et autre matériel militaire sont bien adaptés pour assumer les mêmes fonctions de surveillance de l'activité aviaire. Le fait de combiner ces technologies avec le radar météorologique de la prochaine génération (NEXRAD)—qui vérifie les précipitations et indique les oiseaux en vol—donnera des avertissements en temps réel et à l'avance de l'activité aviaire.

Les nouvelles technologies de détection aux aéroports donneront des avertissements en temps réel de l'activité faunique aux aéroports et à proximité. Les dispositifs thermographiques, les radars bidimensionnels et les radars à balayage électronique volumétriques—tous dérivés d'applications militaires—offrent un ciblage efficace de l'activité faunique. Au cours des dix dernières années, les forces aériennes américaines ont mis au point et affiné le radar bidimensionnel pour la détection des oiseaux dans les secteurs de bombardement, mais de nombreux experts estiment que la vitesse et la résolution des radars à balayage électronique volumétriques sont supérieurs.

Des consultants des É.-U. sont en train de mettre au point un radar à balayage électronique volumétrique pour des applications civiles. Ces systèmes localiseront avec exactitude les oiseaux sur les terrains aéroportuaires et dans l'espace aérien voisin jusqu'à environ 3000 pieds AGL. Les créateurs s'attendent à ce que le logiciel puisse différencier entre les cibles d'oiseaux à faible et haut risque.

Il existe actuellement une controverse au sujet de l'utilisation de l'information fournie par ces technologies de détection en temps réel. À tout le moins, un système de réseaux qui combine la capacité prédictive du AHAS/BAM (voir Chapitre 14) avec la capacité d'avertissement en temps réel du radar à balayage électronique volumétrique pourrait donner aux exploitants d'aéroports un outil de gestion de la faune très utile. En sachant où se trouve la faune jour et nuit, les équipes de gestion de la faune devraient pouvoir affecter les ressources—tactiques et stratégiques—plus efficacement.

Des données exactes et fiables sur le nombre des oiseaux, leurs mouvements et la menace qu'ils représentent s'avéreront certainement très utiles pour les équipages de conduite civils et le personnel des services de la circulation aérienne. Les forces aériennes d'Israël et des États-Unis ont réussi à réduire considérablement le nombre des impacts d'oiseaux destructeurs grâce au AHAS/BAM.

Compte tenu des récents progrès dans les technologies et les pratiques, certains avancent que l'industrie a peut-être atteint la limite de ses possibilités de lutte contre les collisions avec la faune :

- Les fournisseurs de services de la circulation aérienne ne peuvent plus accepter de travail supplémentaire.
- Les pilotes ne peuvent plus accepter de nouvelles tâches dans le poste de pilotage—en particulier pendant les décollages et atterrissages.
- Les constructeurs de cellules et les compagnies aériennes hésiteraient à réduire la capacité de production de revenus des aéronefs en augmentant leur poids par l'installation de systèmes embarqués supplémentaires.

Mais les pilotes conviennent en général que l'information en temps réel sur l'activité aviaire serait très utile. Même si les règles de vol aux instruments limitent leur capacité de manœuvrer les aéronefs, les équipages de conduite préféreraient connaître les dangers. L'information sur le péril aviaire pourrait être mise à leur disposition au moyen d'une liaison montante des données et gérée de la même manière que l'information météorologique, sur les microrafales et les évitements de collisions. Dans les postes de pilotage avec instrumentation, l'information sur le péril aviaire serait surveillée sur les écrans et fournie aux équipages de conduite uniquement lorsque les algorithmes terrestres auraient déterminé l'imminence d'une menace grave.

Une fois informés de l'activité des oiseaux, les équipages de conduite auraient un certain nombre d'options :

- Demander que les fournisseurs d'ATS autorisent un léger changement de cap, d'altitude ou de vitesse.
- Décider de modifier les profils de départ et de descente et voler à des vitesses plus basses.
- Retarder le décollage ou effectuer une procédure de remise des gaz.

Les équipages de conduite pourraient, tout au moins, être persuadés de s'intéresser davantage à ce qui se passe de l'autre côté du pare-brise.

L'industrie aéronautique fonde beaucoup d'espoir sur ces technologies de détection en temps réel. Il est peu probable que la nature se charge du problème et limite l'augmentation de la population de certaines espèces d'oiseaux aquatiques. La chasse sportive est en déclin et les groupes de défenses des animaux n'accepteront pas les initiatives de régulation des populations. Les systèmes de détection des oiseaux et d'avertissement, même s'ils doivent encore être améliorés—et faire leurs preuves—avant que l'industrie envisage sérieusement leur mise en œuvre, sont prometteurs de progrès considérables dans la gestion des risques d'impacts de la faune.

Résumé

Comme nous l'avons dit au début de notre ouvrage, *Un ciel à partager* ne se veut pas un guide opérationnel pour la gestion de la faune aux aéroports—un certain nombre d'excellents manuels remplissent ce rôle, notamment le *Manuel de procédures sur la gestion de la faune* de Transports Canada, et la série de *Prevention and Control of Wildlife Damage* publiée conjointement par l'Université du Nebraska, le Great Plains Agricultural Council et le département de l'Agriculture des États-Unis. Ces manuels sont les meilleurs outils tactiques dont disposent les équipes de gestion de la faune. Nous espérons que *Un ciel à partager* offrira l'orientation stratégique nécessaire pour réduire le péril faunique.

La cote de sécurité de l'industrie aéronautique est très respectée par tous ceux qui ont participé à la production de cet ouvrage. Pourtant, nous croyons que la croissance rapide aussi bien des populations d'espèces d'oiseaux dangereux que de l'industrie aéronautique conduit à un point où les risques d'accidents catastrophiques et mortels avec perte de coques de jets de transport atteignent un niveau inacceptable. Nous espérons sincèrement que *Un ciel à partager* contribuera à une plus grande sensibilisation, à promouvoir la coopération et—finalement—à réduire les risques de collisions entre les aéronefs et la faune.

Annexe A

Information sur le Comité national canadien du péril aviaire

Comité canadien du péril aviaire (CCPA)

Objectif :

Le Comité canadien du péril aviaire (CCPA) sert de tribune pour la discussion des questions liées au péril aviaire et à la gestion de la faune dans les aéroports canadiens.

Membres :

Les membres permanents du CCPA comprennent divers ministères et organismes gouvernementaux :

- Transports Canada,
- Ministère de la défense nationale,
- Santé Canada,
- Musée canadien de la nature,
- Le Service canadien de la faune.

Membres associés :

- principales compagnies aériennes canadiennes,
- associations de l'industrie aéronautique,
- autres parties intéressées.

Personne-ressource :

Président du CCPA
M. Bruce MacKinnon
Transports Canada
Direction de la sécurité des aéroports
330, rue Sparks
Place de Ville, Tour C
Ottawa (Ontario)
K1A 0N8

Tél. : (613) 990-0515
Fax : (613) 990-0508
Courriel : mackinb@tc.gc.ca
Adresse internet :
www.tc.gc.ca/aviation/wildlife.htm

Bird Strike Committee U.S.A. (BSCUSA)

Objectifs :

Bird Strike Committee U.S.A. a été créé en 1991 pour :

- faciliter l'échange d'information,
- promouvoir la collecte et l'analyse de données exactes sur les impacts avec la faune,
- promouvoir le développement de nouvelles technologies afin de réduire le péril faunique,
- promouvoir le professionnalisme dans les programmes de gestion de la faune dans les aéroports par la formation et la persuasion,
- servir de liaison avec des organismes semblables dans d'autres pays.

Membres :

Bird Strike Committee U.S.A. est dirigé par un comité directeur de huit personnes composé de deux membres de chacun des organismes suivants :

- Federal Aviation Administration,
- Département de l'Agriculture,
- Département de la Défense,
- Groupe de travail sur le péril faunique aviation-industrie.

Les membres associés comprennent des représentants des groupes suivants :

- Aircraft Owners and Pilots Association,
- constructeurs d'aéronefs et de moteurs d'aéronefs,
- Airline Pilots Association,
- American Association of Airport Executives,
- directeurs d'aéroports,
- Air Transport Association,
- sociétés d'ingénierie et de consultation en environnement,
- personnel de certification des aéroports régionaux de la FAA,
- International Bird Strike Committee,
- Comité canadien du péril aviaire,
- Organisation de l'aviation civile internationale,
- Organismes d'États chargés de la faune,
- centres de recherche universitaires et privés,
- directeurs des services de la faune d'État,
- directeurs régionaux du U.S. Fish and Wildlife Service,
- groupes de l'aviation militaire des É.-U.

Personne-ressource :

Président du BSCUSA
Dr. Richard Dolbeer
6100 Columbus Avenue
Sandusky, OH 44870

Tél. : (419) 625-0242
Fax : (419)-625-8465
Courriel : richard.a.dolbeer@usda.gov
Adresse internet : www.birdstrike.org/

International Bird Strike Committee

Objectifs :

Le IBSC est un réseau international dont les objectifs sont les suivants :

- collecte, analyse et diffusion des données sur les aspects opérationnels, réglementaires et juridiques du risque aviaire pour l'aviation;
- description et évaluation des méthodes visant à réduire la gravité, la fréquence et les coûts des impacts d'oiseaux;
- amélioration de la capacité des aéronefs à tolérer les impacts d'oiseaux;
- aider les équipages à prévoir les impacts d'oiseaux;
- coopérer et collaborer avec les intervenants internationaux pour réduire au maximum le double emploi.

Membres :

Le International Bird Strike Committee est une association d'organismes civils, commerciaux, militaires et privés chargés de la sécurité aérienne et œuvrant pour réduire la fréquence et les risques d'impacts d'oiseaux.

Personne-ressource :

Président du IBSC
Dr. Luit S. Buurma
Royal Netherlands Air Force
P.O. Box 20703
2500 ES Den Haag
Pays-Bas

Tél. : +31 70 339 6346
Fax : +31 70 339 6347

Adresse internet : www.int-birdstrike.com

Annexe B

Facteurs de conversion

Pour convertir	En	Multiplier par
Distance		
Centimètres	Pouces	0,394
Mètres	Pieds	3,281
Kilomètres	Milles marins	0,540
Kilomètres	Milles terrestres	0,621
Pouces	Centimètres	2,540
Pieds	Mètres	0,305
Milles marins	Kilomètres	1,852
Milles marins	Milles terrestres	1,152
Milles terrestres	Kilomètres	1,609
Milles terrestres	Milles marins	0,868
Poids		
Kilogrammes	Livres	2,205
Livres	Kilogrammes	0,454
Mesures de capacité		
Litre	Gallon impérial	0,220
Litre	Gallon américain	0,264
Gallon impérial	Gallon américain	1,201
Gallon impérial	Litre	4,546
Gallon américain	Gallon impérial	0,833
Gallon américain	Litre	3,785
Force		
Newtons	Livres	0,2248
Livres	Newtons	4,448

Annexe C

Procédures de rapport d'impact d'oiseau et de mammifère

Introduction

L'endroit où se produit l'impact d'oiseau et de mammifère détermine la façon d'en rendre compte et le destinataire du rapport. Dans la mesure où cet ouvrage concerne essentiellement l'Amérique du Nord, cette annexe porte sur les procédures de rapport des impacts d'oiseau et de mammifère au Canada et aux États-Unis.

Sachant que l'aéronautique est une activité qui se déroule à l'échelle mondiale, nous proposons un processus général pour le compte rendu international des impacts d'oiseaux et de mammifères. Mais en cas d'impact, les exploitants des aéronefs et les pilotes devraient communiquer avec l'organisme de réglementation de l'aviation pour se renseigner sur les procédures à suivre.

La Figure C.1 illustre le processus de rapport d'impact d'oiseau et de mammifère au Canada, aux É.-U. et à l'étranger.

Qui doit signaler un impact d'oiseau ou de faune?

Étant donné que l'efficacité des mesures à prendre en cas d'impact de faune repose sur l'analyse des rapports d'impact, il est impératif que tous les impacts d'oiseaux et de mammifères soient signalés par :

- les directeurs d'aéroports,
- le personnel de gestion de la faune,
- les travailleurs sur les terrains d'aviation,
- les comités de gestion de la faune des aéroports,
- les fournisseurs de services de la circulation aérienne,
- les pilotes,
- le personnel d'entretien des aéronefs,
- les exploitants des aéronefs,
- le personnel de la sécurité aérienne,
- toute autre personne qui constate la preuve d'un impact d'oiseau ou de faune.

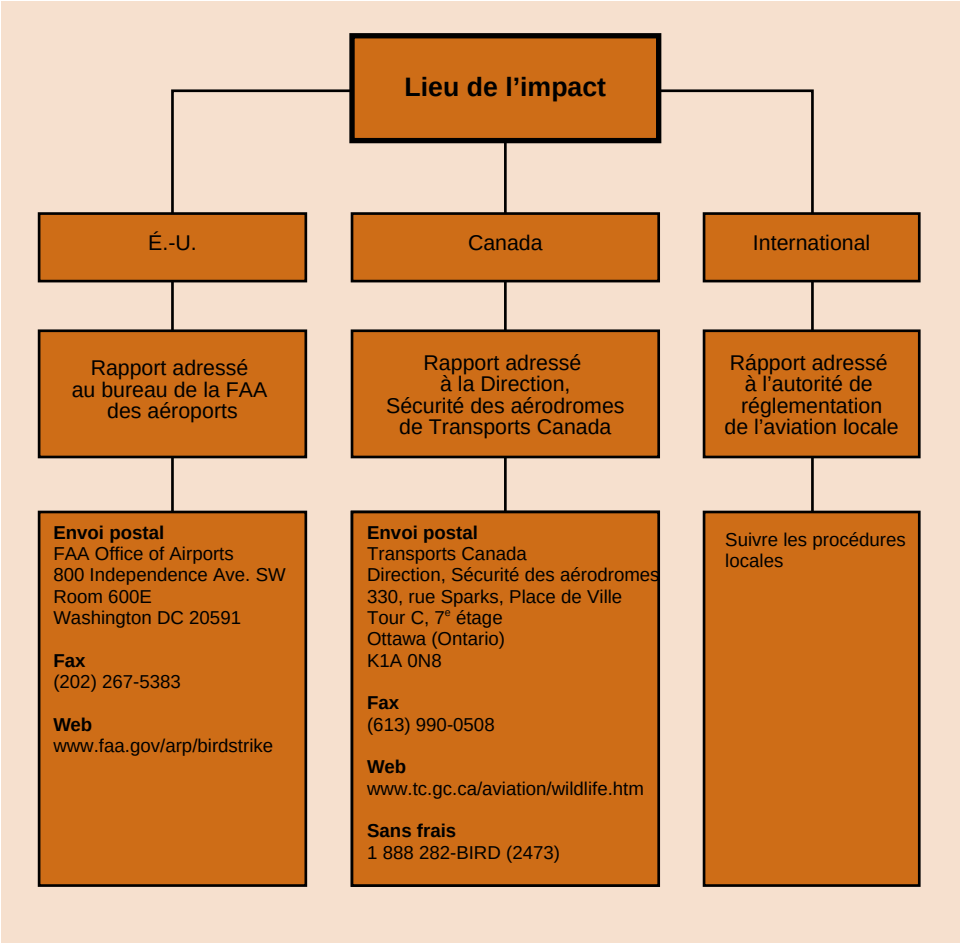


Figure C.1 Processus de rapport d'impact d'oiseau et de mammifère

Autorités auxquelles signaler un impact

On peut se procurer les formulaires d'impact de faune auprès des organismes suivants à qui l'on doit également les renvoyer :

Canada

M. Bruce MacKinnon
Spécialiste du contrôle de la faune
Transports Canada, Sécurité des aérodromes
330, rue Sparks
Place de Ville, Tour C, 7e étage
Ottawa (Ontario)
K1A 0N8

Tél. : (613) 990-0515
Fax : (613) 990-0508

Ligne sans frais de compte
rendu d'impact d'oiseau/faune : 1-888-282-BIRD (Au Canada seulement)
Courriel : mackinb@tc.gc.ca
Page Internet : www.tc.gc.ca/birds/birds_e.htm

États-Unis

FAA Office of Airports
800 Independence Avenue SW
Room 600E
Washington, DC 20591

Tél. : (202) 267-3389
Fax : (202) 267-5383

Courriel : ed.cleary@faa.gov
Page Internet : www.faa.gov/arp/birdstrike/

Transport Canada Safety and Security | Transports Canada Sécurité et sûreté

Canada

Bird/Wildlife Strike Report | **Rapport d'impact d'oiseau/de mammifère**

TYPE: Bird Strike/Impact d'oiseau; Bird Near Miss/Quasi-impact d'oiseau; Mammal Strike/Impact de mammifère; Mammal Near Miss/Quasi-impact de mammifère

DATE | LOCAL TIME / HEURE LOCALE

REPORTING SOURCE / SOURCE DU RAPPORT: Pilot/Pilote; Site; Other/Autre; Airline/Compagnie aérienne; Manufacturer/Manufacturier

OPERATOR / EXPLOITANT

HEIGHT (AGL,feet) / HAUTEUR (AGL,pieds) | SPEED (IAS knots) / VITESSE (vi-nœuds)

AIRCRAFT INFORMATION – INFORMATION SUR L'AÉRONEF

Model/Modèle	Registration/Immatriculation	Engine Type/Type de moteur
Make/Marque	Flight No./N° de vol	Engine Make/Marque de moteur

AIRPORT / AÉROPORT	Name/Nom	Code	Province	Region/Région	Runway/Piste

PHASE OF OPERATION / PHASE DE L'OPÉRATION: Taking off Run/Roulement au décollage; Climb/Montée; En route/Croisière (Distance from Airport/Distance de l'aéroport _____); Approach/Approche; Descent/Descente; Landing Roll/Roulement à l'atterrissage; Taxi/Circulation au sol; Parked/Stationnement

PART(S) STRUCK/DAMAGED / PARTIE(S) TOUCHÉE(S)/ENDOMMAGÉE(S)	Struck / Touchée	Damaged / Endommagée
Radome/Radôme		
Windshield/Pare-brise		
Nose/Partie avant de l'appareil		
Engine/Moteur 1		
Engine/Moteur 2		
Engine/Moteur 3		
Engine/Moteur 4		
Propeller/Hélice		
Wings/Ailes		
Rotor/Rotor		
Fuselage		
Landing Gear/Train d'atterrissage		
Tail/Queue		
Lights/Feux		
Pitot Static/Antenne Pitot		
Tail Rotor/Rotor anticouple		
Other/Autre_____		

EFFECT(S) ON AIRCRAFT/FLIGHT / EFFET(S) SUR L'AÉRONEF/LE VOL

None / Aucun
Aborted Takeoff / Décollage interrompu
Precautionary Landing / Atterrissage de précaution
Engine(s) Shut Down / Arrêt de(s) moteur(s)
Forced Landing / Atterrissage forcé
Fire / Feu
Penetration of Airframe / Pénétration de la cellule
Vision Obscured / Visibilité réduite
Engine Ingestion / Ingestion dans le moteur
Engine Uncontained Failure / Panne de moteur avec perforation
Other / Autre _____

LIGHT CONDITION / CONDITION D'ÉCLAIRAGE: Dawn / Aube; Day / Jour; Dusk / Crépuscule; Night / Nuit

SKY CONDITION / ÉTAT DU CIEL: No Cloud / Pas de nuage; Some Cloud / Quelques nuages; Overcast / Couvert

PRECIPITATION / PRÉCIPITATION: Rain / Pluie; Fog / Brouillard; Snow / Neige; Other / Autre _____

BIRD / MAMMAL INFORMATION / INFORMATION CONCERNANT L'OISEAU/LE MAMMIFÈRE

SPECIES – COMMON NAME / ESPÈCE – NOM COMMUN

SCIENTIFIC NAME / NOM SCIENTIFIQUE

SIZE OF BIRD / TAILLE DE L'OISEAU: Small/Petit; Medium/Moyen; Large/Grand

NUMBER OF BIRDS / NOMBRE D'OISEAUX

	Seen / Aperçus	Struck / Touchés
0		
1		
2-10		
11-100		
More/Plus		

BIRD REMAINS SUBMITTED FOR IDENTIFICATION? / LES RESTES DE L'OISEAU ONT-ILS ÉTÉ EXPÉDIÉS POUR IDENTIFICATION? Yes/Oui; No/Non

PILOT WARNED OF BIRDS? / PILOTE AVERTI DE LA PRÉSENCE DES OISEAUX? Yes/Oui; No/Non

Rapport d'impact d'oiseau/de mammifère (Transports Canada).

Bird/Wildlife Strike Report **Rapport d'impact d'oiseau/de mammifère**

Information on engine damage strikes Information concernant le moteur endommagé par l'impact d'oiseaux					
Reason for Failure/Shutdown **Raison de la panne/de l'arrêt du moteur**	**Engine Motor No. – N° du moteur**				**Comments – Commentaires**
	1	2	3	4	
Engine Uncontained Failure Panne du moteur avec perforation des parois					
Fire Feu					
Shutdown - Vibration Arrêt-moteur - Vibrations					
Shutdown - Temperature Arrêt-moteur - Température					
Shutdown - Fire Warning Arrêt-moteur - Alarme incendie					
Shutdown - Arrêt-moteur Other (specify)/Autre (préciser)					
Shutdown Unknown Arrêt-moteur inconnu					
Estimated % of Thrust Lost Estimation en % de la perte de puissance					
Estimated Number of Birds Ingested Estimation du nombre d'oiseaux impliqués					

Additional Information
Information supplémentaire

Cost Information **Information sur les coûts**		DAMAGE CATEGORY (DND): CATÉGORIE ENDOMMAGÉE (MDN)
Aircraft Time Out of Service/ Durée de la mise hors service de l'aéronef	Estimated Cost of Repairs or Replacement/ Estimation des coûts de réparation ou de remplacement	Estimated Other Costs (e.g., Loss of Revenue, Hotels) Estimation des autres coûts(ex. perte de revenu, hôtels)
Hours Heures	$CDN_____ (to Thousands/En milliers)	$CDN_____ (to Thousands/En milliers)

Remarks – Remarques

Report By / Déposé par: _____ Date: _____

Organization / Organisation _____ Telephone #/ de téléphone # (____) _____

[illegible]

Form Approved OMB NO. 2120-0045

U.S. Department of Transportation
Federal Aviation Administration

BIRD / OTHER WILDLIFE STRIKE REPORT

1. Name of Operator	2. Aircraft Make/Model	3. Engine Make/Model
4. Aircraft Registration	5. Date of Incident ___/___/___ (Month / Day / Year)	6. Local Time of Incident ☐ Dawn ☐ Dusk ___ HR ___ MIN ☐ Day ☐ Night ☐ AM ☐ PM
7. Airport Name	8. Runway Used	9. Location if En Route *(Nearest Town/Reference & State)*
10. Height *(AGL)* feet	11. Speed *(IAS)* knots	

12. Phase of Flight

- ☐ A. Parked
- ☐ B. Taxi
- ☐ C. Take-off Run
- ☐ D. Climb
- ☐ E. En Route
- ☐ F. Descent
- ☐ G. Approach
- ☐ H. Landing Roll

13. Part(s) of Aircraft Struck or Damaged

	Struck	Damaged		Struck	Damaged
A. Radome	☐	☐	H. Propeller	☐	☐
B. Windshield	☐	☐	I. Wing/Rotor	☐	☐
C. Nose	☐	☐	J. Fuselage	☐	☐
D. Engine No. 1	☐	☐	K. Landing Gear	☐	☐
E. Engine No. 2	☐	☐	L. Tail	☐	☐
F. Engine No. 3	☐	☐	M. Lights	☐	☐
G. Engine No. 4	☐	☐	N. Other: *(Specify)*	☐	☐

14. Effect on Flight

- ☐ None
- ☐ Aborted Take-Off
- ☐ Precautionary Landing
- ☐ Engines Shut Down
- ☐ Other: *(Specify)*

15. Sky Condition

- ☐ No Cloud
- ☐ Some Cloud
- ☐ Overcast

16. Precipitation

- ☐ Fog
- ☐ Rain
- ☐ Snow
- ☐ None

17. Bird/Other Wildlife Species

18. Number of birds seen and/or struck

Number of Birds	Seen	Struck
1	☐	☐
2-10	☐	☐
11-100	☐	☐
more than 100	☐	☐

19. Size of Bird(s)

- ☐ Small
- ☐ Medium
- ☐ Large

20. Pilot Warned of Birds ☐ Yes ☐ No

21. Remarks *(Describe damage, injuries and other pertinent information)*

DAMAGE / COST INFORMATION

22. Aircraft time out of service: ___ hours	23. Estimated cost of repairs or replacement *(U.S. $)*: $	24. Estimated other cost *(U.S. $) (e.g. loss of revenue, fuel, hotels)*: $

Reported by *(Optional)*	Title	Date

Paperwork Reduction Act Statement: The information collected on this form is necessary to allow the Federal Aviation Administration to assess the magnitude and severity of the wildlife-aircraft strike problem in the U.S. The information is used in determining the best management practices for reducing the hazard to aviation safety caused by wildlife-aircraft strikes. We estimate that it will take approximately **5 minutes** to complete the form. The information collected is voluntary. Please note that an agency may not conduct or sponsor, and a person is not required to respond to, a collection of information unless it displays a currently valid OMB control number. The OMB control number associated with this collection is 2120-0045.

FAA Form 5200-7 (11-97) Supersedes Previous Edition NSN: 0052-00-651-9005

U.S. Department of Transportation Bird/Wildlife Strike Report Form.

Instructions concernant le formulaire 5200-7 de la FAA Bird/Other Wildlife Impact Report

1. Nom de l'exploitant – Il peut s'agir de la compagnie aérienne (abréviations acceptées - UAL, AAL, etc.), d'une entreprise (Coca Cola), d'un organisme gouvernemental (Police., FAA) ou dans le cas d'un pilote privé, son nom.
2. Marque /modèle de l'aéronef - abréviations acceptées, mais essayez d'indiquer le modèle (par ex., B737-200).
3. Marque / modèle du moteur - abréviations acceptées (par ex., PW 4060, GECT7, LYC 580).
4. Immatriculation de l'aéronef – C'est-à-dire le N# (pour les aéronefs immatriculés aux É.-U.).
5. Date de l'incident – Indiquez la date locale, et non la date ZULU ou GMT.
6. Heure locale de l'incident – Indiquez les conditions de luminosité et l'heure et la minute en heure locale de même que AM ou PM ou utilisez le système 24 heures et sautez AM/PM.
7. Nom de l'aéroport – Utilisez le nom de l'aéroport ou le code de 3 lettres s'il s'agit d'un aéroport des É.-U. Pour les aéroports étrangers, utilisez le nom au complet ou le code de 3 lettres et le lieu (ville/pays).
8. Piste utilisée – se passe d'explication.
9. Endroit pendant le vol – Indiquez le nom de la ville et de l'État le plus proche.
10. Altitude AGL – Indiquez le nombre de pieds au-dessus du sol au moment de l'impact (si vous ne savez pas, utilisez l'altitude MSL et précisez-le). Pour le roulement au décollage et à l'atterrissage, cochez 0.
11. Vitesse (IAS) - Vitesse de l'aéronef au moment de l'impact.
12. Phase du vol - Phase du vol au moment de l'impact. Pour le roulement au décollage et à l'atterrissage, indiquez 0 AGL.
13. Partie(s) de l'aéronef heurtées ou endommagées - Cochez les parties heurtées ou endommagées. Si une partie a été endommagée mais non heurtée, indiquez-le par une coche dans la colonne endommagé seulement et expliquez dans la partie Observations (#21) (par ex. le train d'atterrissage a pu être endommagé par un impact avec un cerf, entraînant le renversement de l'aéronef et endommageant des parties non frappées par le cerf).
14. Effet sur le vol – Vous pouvez cocher plus d'une case et si vous cochez "Autre", veuillez expliquer dans la partie Observations (#21).
15. Condition du ciel – Cochez la case qui s'applique.
16. Précipitations – Vous pouvez cocher plus d'une case.
17. Autres espèces d'oiseau/faune – Essayez d'être exact. Si vous ne savez pas, indiquez inconnu et donnez une description. Ramassez les plumes ou les restes pour l'identification.
18. Nombre d'oiseaux vus et/ou frappés - Cocher la case dans la colonne Vu avec le chiffre exact si vous avez vu les oiseaux ou autres espèces avant l'impact et cochez la case dans la colonne Heurté pour indiquer combien ont été frappés. Le chiffre exact peut être mentionné près de la case.
19. Taille des oiseau(x)- Cochez ce que vous estimez être la taille exacte (par ex. moineau = petit, goéland = moyen et oie = gros).
20. Pilote averti de la présence des oiseaux - Cocher la case correspondante (même s'il s'agissait d'un avertissement de l'ATIS ou un NOTAM).
21. Remarques – Soyez aussi précis que possible. Incluez de l'information sur l'étendue des dommages, les blessures et tout ce qui vous semble utile. (par ex. le nombre des oiseaux ingérés).

22. Durée pendant laquelle l'aéronef a été hors service – Indiquez le nombre d'heures pendant lesquelles l'aéronef a été hors service.
23. Coût estimé des réparations ou du remplacement – Ce renseignement peut n'être pas connu immédiatement, mais peut être envoyé plus tard. Vous pouvez également indiquer le nom d'une personne et son numéro de téléphone.
24. Autres coûts estimés – Notamment les pertes de revenus, le carburant, les hôtels, etc. (voir instructions pour #23).
25. Auteur du rapport– Bien que ce renseignement soit facultatif, il est utile en cas de questions au sujet des données figurant sur le formulaire (on peut inclure un numéro de téléphone).
26. Titre – Il peut s'agir du pilote, de la tour, des Opérations aéroportuaires, des Opérations de la compagnie aérienne, de la Sécurité aérienne, etc.
27. Date - Date à laquelle le formulaire a été rempli.

Annexe D

Références législatives et réglementaires

Introduction

Cette annexe aidera le milieu aéronautique à connaître les lois et les permis qui s'appliquent à la gestion des risques de la faune dans le domaine de l'aviation. Les références comprennent les lois, les règlements et les permis canadiens et américains applicables en matière d'aviation, de gestion de la faune et d'environnement. Lorsqu'elles existent, les références affichées sur l'Internet sont également fournies.

Lois et règlements canadiens

Programmes de gestion de la faune

Actuellement, les lois canadiennes n'obligent pas les aéroports à établir des programmes de gestion de la faune. Mais le ministre des Transports a le pouvoir de demander cette obligation, comme il est précisé dans les *Attributions du ministre concernant l'aéronautique* à l'article 4.2 de la *Loi sur l'aéronautique* :

Le ministre est chargé du développement et de la réglementation de l'aéronautique, ainsi que du contrôle de tous les secteurs liés à ce domaine. À ce titre, il peut :

(a) favoriser les progrès de l'aéronautique par les moyens qu'il estime indiqués;
(b) construire, entretenir et exploiter des aérodromes, prévoir et mettre en oeuvre tous autres services et installations liés à l'aéronautique;
(e) assurer la responsabilité et la gestion des aéronefs et de l'équipement à affecter au service de Sa Majesté du chef du Canada;
(j) collaborer et conclure des ententes administratives avec les services officiels de l'aéronautique d'autres institutions ou d'États étrangers pour toutes questions liées à ce domaine;
(l) offrir son concours, financier ou autre, aux personnes et aux administrations ou organismes dans les domaines liés à l'aéronautique;
(n) procéder à des enquêtes sur tout aspect intéressant la sécurité aéronautique;
(o) entreprendre, à son initiative ou sur les instructions du gouverneur en conseil, toute autre activité liée à l'aéronautique.

Adresse internet : http://www.tc.gc.ca/aviation/regserv/carac/cars/aa/tocaae.htm

Zonage des aéroports

Visant à prévenir une utilisation des terres susceptible de créer un risque faunique, l'article suivant de la *Loi sur l'aéronautique* concerne le zonage des terres situées dans le voisinage des aéroports :

Loi sur l'aéronautique - Article 5.4 (2)
Le gouverneur en conseil peut prendre des règlements :

(a) afin d'empêcher un usage ou un aménagement des biens-fonds situés aux abords ou dans le voisinage d'un aéroport fédéral ou d'une zone aéroportuaire, incompatible, selon le ministre, avec l'exploitation de l'aéroport;
(b) afin d'empêcher un usage ou un aménagement des biens-fonds situés aux abords ou dans le voisinage d'un aéroport ou d'une zone aéroportuaire, incompatible, selon le ministre, avec la sécurité d'utilisation des aéronefs ou d'exploitation des aéroports;
(c) afin d'empêcher un usage ou un aménagement des biens-fonds situés aux abords ou dans le voisinage d'installations comportant des équipements destinés à fournir des services liés à l'aéronautique, qui causerait, selon le ministre, des interférences dans les communications avec les aéronefs et les installations.

Adresse internet : http://www.tc.gc.ca/aviation/regserv/carac/cars/aa/tocaae.htm

Utilisation des terrains dans le voisinage des aéroports (TP1247)

Cette publication de Transports Canada traite de l'incidence qu'ont certains facteurs liés à l'exploitation aéroportuaire sur l'utilisation des terrains situés à l'extérieur des délimitations des propriétés des aéroports. Le TP1247 recommande également des directives concernant l'utilisation des terres dans le voisinage des aéroports. La recommandation de principe concernant le péril aviaire stipule que :

> … *Des restrictions s'appliqueront pour interdire les dépotoirs, l'enfouissement des ordures, les poissonneries côtières et(ou) les produits agricoles qui peuvent soit attirer les oiseaux ou nuire à la visibilité en vol dans un rayon de 8 KM à partir du point de référence de l'aérodrome.*

Adresse internet : http://www.tc.gc.ca/aviation/aerodrome/noise/index_e.htm

Délivrance des certificats des aéroports : Règlement de l'aviation canadien (RAC) 302.03

Ce règlement stipule que :

(1) Sous réserve du paragraphe 6.71(1) de la Loi, le ministre délivre au demandeur un certificat d'aéroport l'autorisant à exploiter un aérodrome comme aéroport, si le manuel d'exploitation d'aéroport, présenté en application de l'alinéa 302.02(1)b), est approuvé conformément au paragraphe (2) et si, selon le cas :

(a) les normes énoncées dans les publications sur les normes et pratiques recommandées pour les aérodromes sont respectées;
(b) d'après une étude aéronautique, le ministre juge que les conditions suivantes sont réunies :
(i) le niveau de sécurité à cet aérodrome est équivalent à celui qui est prévu par les normes énoncées dans les publications sur les normes et pratiques recommandées pour les aérodromes,
(ii) la délivrance du certificat d'aéroport pour cet aérodrome est dans l'intérêt public et la sécurité aérienne ne risque pas d'être compromise

(2) Le ministre approuve le manuel d'exploitation d'aéroport si, à la fois :
a) ce manuel décrit avec exactitude les caractéristiques physiques de l'aérodrome;
b) ce manuel est conforme aux exigences énoncées dans les publications sur les normes et pratiques recommandées pour les aérodromes relativement au manuel d'exploitation d'aéroport.

(3) Lorsqu'un aérodrome ne respecte pas une des normes énoncées dans les publications sur les normes et pratiques recommandées pour les aérodromes, le ministre peut spécifier, dans le certificat d'aéroport, les conditions relatives à l'objet de la norme qui permettront d'assurer un niveau de sécurité équivalent à celui énoncé dans cette norme et qui sont dictées par l'intérêt public et la sécurité aérienne.

Adresse internet : http://www.tc.gc.ca/aviation/regserv/carac/cars/aa/tocaae.htm

Certification des aérodromes

Aérodromes - Normes et Pratiques recommandées (TP312) définit les normes de sécurité applicables à un aérodrome certifié. Ces règlements sont en cours de révision et ne peuvent être consultés par voie électronique. On peut obtenir des copies papier de ce document à l'adresse suivante :

Transports Canada, Direction de la sécurité des aérodromes
330, rue Sparks
Place de Ville, Tour C, 7e étage
Ottawa (Ontario)
K1A 0N8

Adresse internet : http://www.tc.gc.ca

Manuel de procédures sur la gestion de la faune (TP11500)

À l'appui de la politique de Transports Canada sur la gestion de la faune dans les aéroports, ce document contient l'information nécessaire à l'élaboration, la mise en oeuvre et la tenue de programmes de contrôle de la faune aux aéroports.

Adresse internet : http://info/aviation/aerodrome/oiseauxtrike/main.htm

Lois et règlements canadiens : environnement

Loi sur la convention concernant les oiseaux migrateurs

La *Loi sur la convention concernant les oiseaux migrateurs* concerne le harcèlement, le piégeage et la destruction des oiseaux jeunes et adultes et la destruction des nids. Pour établir un programme de gestion de la faune dans les aéroports portant sur des oiseaux protégés en vertu de la *Loi sur la convention concernant les oiseaux migrateurs*, il faut obtenir un permis fédéral du Service canadien de la faune.

Aucun permis du gouvernement fédéral n'est requis pour la destruction de pigeons, de moineaux domestiques, de corneilles, de carouges, de quiscales, de vachers et d'étourneaux. Bien que ces espèces ne soient pas protégées par une loi fédérale, certaines pourraient l'être par des lois provinciales.

L'article sur les permis aux aéroports de la *Loi sur la convention concernant les oiseaux migrateurs* stipule que :

Article 28

(1) Le ministre peut délivrer
   a) au directeur d'un aéroport civil ou à toute personne désignée par ce directeur, ou
   b) à l'officier commandant d'un aéroport militaire ou à une personne désignée par cet officier, un permis autorisant à tuer, dans les limites de l'aéroport, les oiseaux migrateurs qui, de l'avis du directeur, de l'officier commandant ou de la personne désignée, constituent un danger pour les aéronefs qui utilisent cet aéroport.

(2) Le permis visé au paragraphe (1) est valide à partir de la date de sa délivrance jusqu'à la date d'expiration qui y est indiquée ou, s'il est annulé par le ministre, jusqu'à la date d'annulation.

L'alinéa 4 d) de la *Loi sur la convention concernant les oiseaux migrateurs* stipule que les règlements peuvent prévoir la délivrance de permis de tuer ou de prendre des oiseaux migrateurs, ou d'enlever leurs nids ou leurs oeufs.

Adresse internet : http://www3.ec.gc.ca/EnviroRegs

Loi sur les espèces en péril

(Accord national pour la protection des espèces en péril) :

Les ministres fédéral, provinciaux et territoriaux responsables de la faune se sont engagés à l'égard d'un accord national sur la protection des espèces en péril. Si le projet de loi est adopté, il pourrait avoir une incidence sur certains aspects des programmes de gestion de la faune aux aéroports. Visant à prévenir l'extinction des espèces au Canada causée par l'activité humaine, la Loi reconnaît ce qui suit :

(1) les espèces ne tiennent pas compte des frontières entre les pays; la coopération entre les gouvernements est essentielle à la conservation et à la protection des espèces en péril;
(2) la conservation des espèces en péril est un élément clé de la stratégie canadienne sur la biodiversité;
(3) les gouvernements ont un rôle de chef de file à jouer pour fournir l'information sur les mesures nécessaires à la conservation et à la protection des espèces en péril—la participation active de tous les Canadiens est essentielle;
(4) la conservation des espèces sauvages sera réalisée par la complémentarité des lois, règlements, politiques et programmes fédéraux, provinciaux et territoriaux;
(5) le manque de certitude scientifique ne doit pas être prétexte à retarder la prise de mesures pour prévenir la disparition ou la décroissance des espèces en péril.

Adresse internet : http://www.cws-scf.ec.gc.ca/sar/main.htm

Liste des espèces en péril

La liste suivante des espèces en péril d'oiseaux canadiens a été mise à jour en juillet 2000 :

Colin de Virginie
Grue blanche
Courlis esquimau
Arlequin plongeur
Moucherolle vert
Tétras des armoises
Effraie des clochers
Chevêche des terriers
Pluvier montagnard
Pluvier siffleur
Râle élégant
Pie-grièche migratrice
Bruant de Henslow
Sterne de Dougall
Moqueur des armoises
Paruline de Kirtland
Paruline orangée

Adresse internet : http://www.espècesatrisk.gc.ca/Espèces/English/SearchRequest.cfm

Politique fédérale relative aux terres humides

Adoptée par le Cabinet, la politique fédérale sur la conservation des terres humides s'applique à tous les ministères, organismes et sociétés d'État et programmes fédéraux. La politique doit être considérée à la lumière de toutes les politiques et dépenses ministérielles et autres associées aux projets devant faire l'objet d'une évaluation environnemental fédérale. Cette politique peut toucher les programmes de la gestion de la faune si les aéroports contiennent des terres humides ou en sont entourés.

Les politiques provinciales sur les terres humides de l'Alberta, de la Saskatchewan, du Manitoba et de l'Ontario ont été également été adoptées au niveau du Cabinet.

L'objet de la Politique fédérale sur la conservation des terres humides est le suivant :
- maintenir les fonctions et les valeurs découlant des terres humides partout au Canada;
- éviter la perte nette des fonctions des terres humides sur toutes les terres domaniales;

- assurer l'amélioration et la restauration de l'eau des terres humides dans des régions où la perte ou la dégradation continue des terres humides ou de leurs fonctions ont atteint des niveaux critiques;
- reconnaître les fonctions des terres humides dans la planification et la gestion des ressources et la prise de décision économique dans l'ensemble des programmes, politiques et activités ainsi que la protection des terres humides revêtant une importance pour les Canadiens;
- reconnaître les pratiques de gestion durable dans des secteurs comme la foresterie et l'agriculture, où une contribution positive à la conservation des terres humides est possible tout en améliorant les perspectives d'utilisation durable et productive de ces terres par les générations futures.

Adresse internet : http://www.mb.ec.gc.ca/nature/d00s01.en.html

Loi sur les pêches fédérale

Cette loi s'applique aux programmes de gestion de la faune lorsque le poisson et son habitat sont touchés. Voici les articles applicables de la Loi :

Article 35

(1) Il est interdit d'exploiter des ouvrages ou entreprises entraînant la détérioration, la destruction ou la perturbation de l'habitat du poisson.

(2) Le paragraphe (1) ne s'applique pas aux personnes qui détériorent, détruisent ou perturbent l'habitat du poisson avec des moyens ou dans des circonstances autorisés par le ministre ou conformes aux règlements pris par le gouverneur en conseil en application de la présente loi.

Article 36 (3)

Sous réserve du paragraphe (4), il est interdit d'immerger ou de rejeter une substance nocive—ou d'en permettre l'immersion ou le rejet—dans des eaux où vivent des poissons, ou en quelque autre lieu si le risque existe que la substance ou toute autre substance nocive provenant de son immersion ou rejet pénètre dans ces eaux.

Adresse internet : http://www3.ec.gc.ca/EnviroRegs

La *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* (LCEE)

La *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* (LCEE) a été mise en oeuvre au cours de l'automne 1994 et fait actuellement l'objet d'un examen. Elle exige que les programmes de gestion de la faune répondant à des critères particuliers soient évalués—comme les politiques et activités fédérales—de manière à réduire au maximum les effets environnementaux négatifs.

L'article 4 stipule l'objet de la Loi :

1) de permettre aux autorités responsables de prendre des mesures à l'égard de tout projet susceptible d'avoir des effets environnementaux en se fondant sur un jugement éclairé quant à ces effets;

2) d'inciter ces autorités à favoriser un développement durable propice à la salubrité de l'environnement et à la santé de l'économie;
3) de faire en sorte que les éventuels effets environnementaux négatifs importants des projets devant être réalisés dans les limites du Canada ou du territoire domanial ne débordent pas ces limites.

Adresse internet : http://www3.ec.gc.ca/EnviroRegs

Permis de gestion de la faune

Il peut être nécessaire d'obtenir des permis provinciaux, fédéraux et municipaux pour les programmes de gestion de la faune qui impliquent le harcèlement, l'enlèvement ou l'abattage d'espèces fauniques.

Les mammifères relèvent de la compétence provinciale. Il faut obtenir les permis nécessaires pour chasser ou piéger ces animaux auprès des ministères provinciaux chargés de la faune.

Pour savoir quels sont les permis provinciaux et municipaux applicables, veuillez vous adresser aux autorités réglementaires locales.

Lois sur les armes à feu

Au Canada, les personnes qui veulent utiliser une arme à feu doivent obtenir une Autorisation d'acquisition d'arme à feu (AAAF). On peut se procurer les formulaires de demande auprès de la police locale et les renvoyer à l'organisme policier approprié une fois remplis ou soumis en direct.

L'article 7 stipule que :
La délivrance d'un permis à un particulier est subordonnée à la réussite d'un des cours ou examens suivants :
a) le Cours canadien de sécurité dans le maniement des armes à feu, contrôlé par l'examen y afférent, dont est chargé un instructeur désigné par le contrôleur des armes à feu;

L'article 54 (2) stipule que :
La délivrance des permis, des autorisations et des certificats d'enregistrement est subordonnée au dépôt d'une demande en la forme et avec les renseignements réglementaires et à l'acquittement des droits réglementaires :
La demande est adressée :
a) au contrôleur des armes à feu, dans le cas des permis et des autorisations de port et de transport;
b) au directeur, dans le cas des certificats d'enregistrement et des autorisations d'exportation ou d'importation.

On peut obtenir des renseignements supplémentaires au Centre canadien des armes à feu : 1-800-731-4000 ou à canadian.firearms@justice.gc.ca.

Adresse internet : http://canada.justice.gc.ca/en/laws/F-11.6/index.html

Règlements provinciaux en matière d'environnement :

En vertu de la Loi *constitutionnelle du Canada*, le gouvernement fédéral a compétence exclusive sur plusieurs domaines, notamment les terres fédérales et leur utilisation dans le domaine aéronautique. Bien que la Couronne ne soit pas liée par les lois provinciales, les gestionnaires de la faune prudents devraient faire tout leur possible pour respecter les lois et les politiques provinciales susceptibles de toucher les programmes proposés. Dans le doute, consulter un conseiller juridique du ministère de la Justice pour déterminer la meilleure marche à suivre.

Lois et règlements américains

Title 14, Code of Federal Regulation, Part 139
Wildlife Hazard Assessment FAR 139.337

La FAR 139.337 est actuellement révisée; la version mise à jour sera affichée sur le site Web de la FAA.

Ce règlement exige la tenue d'une évaluation des risques fauniques (étude écologique) acceptable par la Federal Aviation Administration (FAA) lorsque l'un des événements suivants se produit à un aéroport ou à proximité :

- un aéronef de transporteur aérien subit de multiples impacts d'oiseaux ou ingestions par les moteurs;
- un aéronef de transporteur aérien subit des collisions avec la faune autre que des oiseaux causant des dommages;
- on constate que des espèces fauniques d'une taille et en nombre suffisants pour causer les événements décrits ci-dessus ont accès à des trajectoires de vol ou des aires de circulation dans un aéroport.

Adresse internet : http://www.faa.gov/avr/AFS/FARS/far-139.txt

Installations d'élimination des déchets dans un aéroport ou à proximité (AC 5200.33A)

Cette circulaire d'information prévoit les mesures à prendre pour établir, éliminer et surveiller les sites d'enfouissement, les dépotoirs, les installations d'élimination des déchets et installations semblables dans un aéroport ou à proximité.

Les révisions apportées à ce document stipulent que nul ne peut construire ou établir des sites d'enfouissement de déchets solides municipaux dans un rayon de six milles des aéroports publics qui :

- ont reçu des subventions en vertu du chapitre 471,
- sont essentiellement desservis par des aéronefs de l'aviation générale et des vols réguliers d'aéronefs conçus pour accueillir au plus 60 passagers.

Cette révision a été apportée à la suite des constatations suivantes :

- les petits aéronefs qui évoluent dans les petits aéroports sont aussi—voire plus—vulnérables aux impacts d'oiseaux causant des dommages que les gros aéronefs dans les grands centres;
- les sites d'enfouissement sont largement responsables d'attirer les oiseaux aux petits aéroports.

Adresse internet : http://www.faa.gov/arp/pdf/5200-33.pdf

Certification des moteurs d'aéronefs (FAR 33)

Ce règlement énonce les normes de navigabilité pour les moteurs d'avions et de giravions.

Adresse internet : http://www.faa.gov/avr/AFS/FARS/far-33.txt

Exigence d'avis d'installations d'élimination des déchets : Title 40, Code of Federal Regulations, Part 258.10

L'Agence de protection environnementale des États-Unis (USEPA) exige des propriétaires et exploitants des installations suivantes de démontrer que leurs installations ne créent pas de conditions dangereuses pour les aéronefs :

- installations d'élimination des déchets solides municipales (MSWLF)
- unités ou extensions latérales des MSWLF existantes dans un rayon de 10 000 pieds d'une piste d'aéroport utilisée par un turbojet,
- unités ou extensions latérales des MSWLF existantes dans un rayon de 5 000 pieds d'une piste d'aéroport utilisée uniquement par des aéronefs à pistons.

L'Agence exige également que les exploitants qui proposent de nouvelles installations d'élimination des déchets ou une extension dans les cinq milles d'une extrémité de piste fassent connaître leur proposition au Bureau régional de la Division des aéroports de la FAA et à l'exploitant de l'aéroport.

Adresse internet : www.epa.gov/epaoswer/hotline/training/mswd.txt

Règlements environnementaux américains

Depredation Orders and Migratory Bird Permits (50CFR 21.43)

La Federal Migratory Bird Treaty Act protège les oiseaux qui :

> appartiennent à des espèces figurant à l'article 10.13 de la 50 CFR ou sont des mutations ou des hybrides des espèces figurant sur la liste.

On doit tenir compte des ordonnances locales au moment d'envisager le harcèlement ou l'abattage pour régler un problème d'oiseaux. Consulter les organismes d'application de la loi ou les bureaux régionaux du DEC pour des cas particuliers.

Title 50 Code of Federal Regulation Part 21.43

L'article 21.43, Title 50 CFR, stipule que (traduction) :

> *Il n'est pas nécessaire d'obtenir un permis fédéral pour contrôler les carouges à épaulettes, les quiscales rouilleux, les quiscales de Brewer, les corbeaux et les pies qui commettent ou sont sur le point de commettre des déprédations sur des arbres ornementaux ou d'ombrage, les récoltes, le bétail ou la faune ou lorsqu'ils sont concentrés en nombre et de manière tels qu'ils constituent une menace pour la santé ou autre nuisance.*

Adresse internet : http://www.access.gpo.gov/nara/cfr/waisidx/50cfr21.html

Animal Damage Control Act (7 USC 426-426b) The Act of March 2, 1931, (46 Stat. 1468)

Cette loi autorise et enjoint le Secrétaire de l'Agriculture à gérer les espèces sauvages qui nuisent aux intérêts agricoles, à d'autres espèces sauvages et à la santé et la sécurité humaines—y compris la faune qui représente un danger pour l'aviation. Le Secrétaire est autorisé à mener des enquêtes, effectuer des expériences et des essais pour déterminer les meilleures méthodes d'éradication, de suppression et de contrôle de la faune.

Adresse internet : http://www.fws.gov/laws/fédéral/summaries/adca.html)

Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act, as Amended (7 U.S. Code 36; Public Law 104.317)

Administrée par l'Agence de protection environnementale, cette loi régit l'enregistrement, l'étiquetage, la classification et l'utilisation des pesticides. Toute substance utilisée comme pesticide doit être enregistrée auprès de l'Agence et des organismes de réglementation des pesticides des divers États. Toute personne souhaitant utiliser des pesticides réglementés et les appliquer doit être certifiée à cet effet—ou travailler sous la supervision directe d'une personne certifiée—et ne peut utiliser que les pesticides visés par la licence de l'applicateur certifié.

Adresse internet : http://www4.law.cornell.edu/uscode/7/ch6.html)

Règlements et permis des États

Il peut être nécessaire d'obtenir des permis des États, du fédéral et des municipalités pour des activités de gestion de la faune comme le harcèlement, l'enlèvement ou l'abattage de la faune. Par exemple, on ne peut pas tuer les corbeaux en Ohio en dehors de la saison de chasse des corbeaux dans l'État à moins d'avoir obtenu un permis spécial pour déprédation; on ne peut pas tuer de corneilles le dimanche. Les oiseaux

non indigènes comme les pigeons, les moineaux domestiques et les étourneaux—ainsi que les gallinacés comme la dinde, la grouse et le faisan—ne sont pas protégés par la Federal Migratory Bird Treaty Act (MBTA), mais peuvent l'être par des lois d'États.

Pour savoir quels sont les permis d'État et municipaux applicables, veuillez vous adresser aux organismes réglementaires locaux.

Annexe E

Bibliographie

Introduction

Blokpoel, H. Bird Hazards to Aircraft. Toronto, Irwin Clark, 1976.

Canada. Transports Canada. Manuel de procédures sur la gestion de la faune de Transports Canada, TP11500, Ottawa, Transports Canada, 1994.

Chapitre 1

Canada. Transports Canada. Bulletin sur la gestion de la faune dans les aéroports, numéro 22, Ottawa, Transports Canada, 1998.

Canada. Transports Canada. Centre de développement des transports. Estimation initiale du coût des impacts d'oiseaux avec les aéronefs pour l'aviation civile canadienne. Montréal, Transports Canada, 1997.

Cleary, E.C., S.E. Wright et R.A. Dolbeer. Wildlife Strikes to Civil Aircraft in the United States, 1992-1999. États-Unis. Département des Transports. Federal Aviation Administration. Office of Airport Safety et Standards (Wildlife Aircraft Strike Database, Serial Report Number 5), Washington, D.C., Federal Aviation Administration, 2000.

Hayes, P. Legal Liability—Bird Hazards at Airports, Canada, rapport à Transports Canada, Sécurité et sûreté, Ottawa, Transports Canada, 1997.

Robinson, M. The Potential for Significant Financial Loss Resulting from Bird Strikes in or Around an Airport. Travaux et documents, réunion 23 du International Bird Strike Committee (IBSC), mai 1996, Londres, R.-U., IBSC, 1996. 353-367.

Chapitre 2

Canada. Transports Canada. Direction générale de la sécurité du système. Report of a Post-occurrence Safety Review of a Birdstrike Occurrence to B-737, CDN Flight 661, at Calgary International Airport, 17 juin 1993, Ottawa, Transports Canada, 1993.

Canada. Bureau de la sécurité des transports du Canada. Aviation Occurrence Report: Bird Strike to Canadian Airlines International Boeing 737-275, C-GIPW, Calgary International Airport, Alberta, 17 juin 1993, Numéro de rapport A93W0082, Ottawa, Bureau de la sécurité des transports du Canada, 1994.

Perrow, Charles. Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies. New York, Harper Collins, 1984.

Perry, Bob. "An Early Morning Wake-up Call." Air Line Pilot, novembre/décembre 1995, 36-39.

Reason, James. Human Error. Cambridge, Cambridge University Press, 1990.

Reason, James. Managing the Risks of Organizational Accidents, Aldershot, Ashgate Publishing Limited, 1997.

Roland, Harold et Brian Moriarty. System Safety Engineering and Management, New York, John Wiley & Sons, 1990.

États-Unis. National Transportation Safety Board. Recommendations A-96-38 through –42. Washington, D.C., National Transportation Safety Board, 1996.

Waring, Alan et A. Ian Glendon. Managing Risk: Critical Issues for Survival and Success in the 21st Century. Londres, International Thomson Business Press, 1998.

Chapitre 3

Brooke, M et T. Birkhead. The Cambridge Encyclopaedia of Ornithology. Cambridge, Cambridge University Press, 1991.

Cadma, M.D., P.F.J. Eagles et F.M. Helleiner. Atlas of the Breeding Birds of Ontario. Waterloo, Ontario, University of Waterloo Press, 1987.

Diamond, A.W., et F.L. Filion. The Value of Birds. International Council for Bird Preservation (ICBP) Technical Publication No. 6 (compte rendu de conférence). Kingston, Ontario, ICBP, 1987.

Erskine, A.J. Atlas of the Breeding Birds of the Maritime Provinces. Halifax, Nouvelle-Écosse, Nimbus Publishing Ltd. et Nova Scotia Museum, 1992.

Friend, M., éd. Field Guide to Wildlife Diseases: Volume 1. General Field Procedures and Diseases of Migratory Birds. États-Unis, Département de l'Intérieur, Fish et Wildlife Service Resource Publication 167. Washington, D.C., Département de l'Intérieur, 1987.

Gauthier, J., et Y. Aubry, éd. Les oiseaux nicheurs du Québec : Atlas des oiseaux nicheurs du sud du Québec. Canada. Environnement Canada. Service canadien de la faune. Association québécoise des groupes d'ornithologues (Société pour la protection des oiseaux du Québec). Montréal, Environnement Canada, 1996.

Godfrey, W.E. Les oiseaux du Canada, Édition révisée. Canada. Musée national des Sciences naturelles. Ottawa, Gouvernement du Canada, 1986.

Joseph, R. J., Jr. et N.K. Johnson. A Century of Avifaunal Change In Western North America. Studies in Avian Biology No. 15. Cooper Ornithological Society. Travaux d'un symposium international à la réunion du centenaire de la Cooper Ornithological Society, Sacramento, Californie, Cooper Ornithological Society, 1994.

Welty, J.C. et L. Baptista. The Life Of Birds, quatrième édition. Toronto, Ontario, Saunders College Publishing, 1988.

Chapitre 4

Banfield, A.W.F. The Mammals of Canada. Toronto, University of Toronto Press, 1974.

Burt, W. H., et R. P. Grossenheider. A Field Guide to the Mammals of North America, deuxième édition. Boston, Houghton-Mifflin Company, 1964.

Dobbyn, J. S. Atlas of the Mammals of Ontario. Don Mills, Federation of Ontario Naturalists, 1994.

Murie, O. A Field Guide to Animal Tracks. Boston, Houghton-Mifflin Company, 1954.

Chapitre 5

Aviation Week & Space Technology Aerospace Source Book. New York, The McGraw Hill Companies, 2000.

Banilower, Howard. Bird Ingestion Into Large Turbofan Engines, rapport final. États-Unis. Département des transports. Federal Aviation Administration Report CT-93-14. Washington, D.C., Federal Aviation Administration, 1995.

Business Aviation Fact Book. National Business Aviation Association (NBAA). Washington, D.C., NBAA, 1999.

Canada. Transports Canada. Prévisions de l'aviation 2000 – 2013. Ottawa, Transports Canada, juin 2000.

Current Market Outlook. Seattle, The Boeing Company, 1999.

GAMA Statistics. Washington, D.C., General Aviation Manufacturers Association (GAMA), 9 février 2000.

General Aviation Statistics. United Kingdom, General Aviation Manufacturers and Traders Association (GAMTA), septembre 1999.

Prévisions du marché mondial 1999 – 2018. Blagnac, France, Airbus Industrie, 1999.

World Jet Inventory, Year End 1999. Woodinville, WA, Jet Information Services, Inc., 2000.

Avions régionaux - Perspectives du marché, Montréal, Bombardier aéronautique, 7 mars, 2000.

Sportel, Terah Sunshine. Aircraft Types and How They are Affected by Birds; Fleet Distribution—World-Wide. Waterloo, Ontario, University of Waterloo Faculty of Environmental Studies, 1997.

Chapitre 6

Ashford, Norman, Clifton A. Moore, et H.P. Martin Stanton. Airport Operations. New York, McGraw-Hill Inc., 1997.

Canada. Transports Canada. Aérodromes – Normes et pratiques recommandées, TP 312, Ottawa, Transports Canada, 1993.

Canada. Transports Canada. Prévisions de l'aviation 2000 – 2013. Ottawa, Transports Canada, juin 2000.

Canada. Transports Canada. "Utilisation des terrains au voisinage des aéroports." Airport Wildlife Management. Bulletin No. 14. Ottawa, Transports Canada, 1994.

Canada. Transports Canada. Utilisation des terrains au voisinage des aéroports, TP 1247. Ottawa, Transports Canada, 1989.

Canada. Transports Canada. Manuel de procédures sur la gestion de la faune, TP 11500. Ottawa, Transports Canada, 1994.

Hodges, K. "Growth Across the Board." Airports International. juillet/août 1997.

Piers, M. The Development and Application of a Method For the Assessment of Third Party Risk Due to Aircraft Accidents in the Vicinity of Airports. Pays-Bas. National Aerospace Laboratory, NLR. Amsterdam, gouvernement des Pays-Bas.

Rao, Arun et Alistair Pinos. "Bird Strike Threat is Best Countered by Effective Wildlife Control Augmented by Land-use Management." Journal de l'OACI, octobre 1998.

Robinson, M. The Potential for Significant Financial Loss Resulting from Bird Strikes in or Around an Airport. Travaux et documents. International Bird Strike Committee (IBSC) réunion no.23, mai 1996. Londres, R.-U., IBSC, 1996. 353-367

Rowe, Richard. "The Catastrophe Business." Airports International, juin 1996.

Chapitre 7

Banilower, H. et C. Goodall. Bird Ingestion Into Large Turbofan Engines. États-Unis. Département des transports. Federal Aviation Administration Report CT-93/14. Technical Center, Atlantic City International Airport, New Jersey, Washington, D.C., Federal Aviation Administration, 1995.

Canada. Transports Canada. Annuel. Rapport de sommaire d'impact d'oiseau - aéronefs canadiens : 1999 (et les années précédentes). Transports Canada, Direction de la sécurité des aérodromes, Ottawa, Transports Canada, 1999.

Cleary, E.C., S.E. Wright et R.A. Dolbeer. Wildlife Strikes to Civil Aircraft in the United States, 1991-1999. États-Unis. Département des transports. Federal Aviation Administration, Office of Airport Safety and Standards, Wildlife Aircraft Strike Database, Serial Report Number 5. Washington, D.C., Federal Aviation Administration, 2000.

Robinson, M. The Potential for Significant Financial Loss Resulting from Aircraft Bird Strikes in and Around an Airport. Compte rendu de la 25e réunion du Comité du péril aviaire du Canada, Ottawa, Comité du péril aviaire du Canada, 1996.

Thorpe, J. Fatalities and Destroyed Civil Aircraft Due to Bird Strikes, 1912-1995. International Bird Strike Committee (IBSC) meeting no. 23, Paper IBSC/WP1. Londres, R.-U., IBSC, 1996. 17-31.

Chapitre 8

Canada. Transports Canada. Bulletin de la faune dans les aéroports, TP8240, No. 1-22. Ottawa, Transports Canada, 1987-1998.

Canada. Transports Canada. Manuel de procédures sur la gestion de la faune, TP11500, Ottawa, Transports Canada, 1994.

Cleary, E. et R. Dolbeer. Wildlife Hazard Management at Airports. États-Unis. Département des transports. Federal Aviation Administration. U.S. Department of Agriculture, Wildlife Services. Washington, D.C., Federal Aviation Administration/ U.S. Département d'Agriculture, 1999.

Donalds, T. "ORM for Airfield Wildlife Hazard." The Combat Edge. 20-22 décembre 1997.

Deacon, N. Airfield Bird Control—Applying the Principles. Travaux et documents, réunion 23 du International Bird Strike Committee (IBSC), mai 1996. Londres, R.-U., IBSC, 1996. 319-325

Hygnstrom, S.E., R.M. Timm et G.E. Larson, eds. Prevention and Control of Wildlife Damage. États-Unis. Département d'Agriculture. Animal and Plant Health Inspection Service. Animal Damage Control. Great Plains Agricultural Council Wildlife Committee. University of Nebraska Cooperative Extension. 2 volumes. Lincoln, Nebraska, University of Nebraska, 1994.

Organisation internationale de normalisation. ISO 14001 Environmental Management Systems-Specification with Guidance for Use. Suisse, Organisation internationale de normalisation, 1996.

Jacques Whitford Environment Limited. Victoria International Airport Wildlife Management Plan. Canada. Transports Canada. Ottawa, Transports Canada, 1996.

MacKinnon, B. The Role and Value of Awareness Programs in Reducing Bird Hazards to Aircraft. Travaux et documents, réunion 23 du International Bird Strike Committee (IBSC), mai 1996. Londres, R.-U., IBSC, 1996. 237-246.

Robinson, M. The Potential for Significant Financial Loss Resulting from Bird Strikes in or Around an Airport. Travaux et documents, réunion 23 du International Bird Strike Committee (IBSC), mai 1996. Londres, R.-U., IBSC, 1996. 353-367.

Seubert, J. L. Assessing the Implementation of Wildlife Hazard Management Programs at Civil Airports. Travaux de la réunion 22 du Bird Strike Committee Europe (BSCE), Vienne, BSCE, 1994. 275-284.

Steele, W. K. Bird Hazards and their Management at Melbourne International Airport. Birds Australia. Rapport à l'aéroport de Melbourne, 1997.

Rochard, B. Airfield Bird Control—Setting the Standards. Travaux et documents, réunion 23 du International Bird Strike Committee (IBSC), mai 1996. Londres, R.-U., IBSC, 1996. 311-318.

Chapitre 9

Canada. Transportation Safety Board of Canada. Aviation Occurrence Report: Bird Strike to Canadian Airlines International Boeing 737-275, C-GIPW, Calgary International Airport, Alberta, 17 juin 1993, Numéro de rapport A93W0082. Ottawa, Transportation Safety Board of Canada, 1994.

Canada. Transports Canada. Gestion du péril aviaire, TP 13200, Transports Canada, Sécurité et Sûreté, Ottawa, Transports Canada, 1995.

Canada. Transports Canada. Direction générale de la sécurité du système. Report of a Post-occurrence Safety Review of a Birdstrike Occurrence to B-737, CDN Flight 661, at Calgary International Airport, 17 juin 1993, Ottawa, Transports Canada, 1993.

Manuel des opérations (MANOPS). NAV CANADA, modification actuelle.

Perry, Bob. "An Early Morning Wake-up Call." Air Line Pilot, novembre/décembre 1995, 36-39.

Chapitre 10

Bird Strike Committee Europe. Travaux, 13-16 mai1996. Londres, R.-U., International Bird Strike Committee, 1996.

Canada. Transports Canada. Loi sur l'aéronautique, modification courante. Ottawa, Transports Canada.

Canada. Transports Canada. A.I.P. Canada (TP2300E), Ottawa, Transports Canada.

Canada. Transports Canada. Jusqu'aux modifications courantes, Règlement de l'aviation canadien, Partie VI—Règles générales d'utilisation et de vol des aéronefs (TP12604E), modification courante, Ottawa, Transports Canada.

Canada. Transports Canada. Comment éviter les oiseaux (TP12422). Ottawa, Transports Canada.

Curtis, Todd. Assessment of Bird Strike Accident Risk Using Event Sequence Analysis. Bird Strike Committee Europe meeting no. 23. Londres, R.-U., International Bird Strike Committee (IBSC), 1996.

Eschenfelder, Captain P. Wildlife Hazards to Aviation. Shannon, Ireland, International Society of Air Safety Investigators, octobre 2000.

Riddington, R. The Large Flocking Bird Hazard. Civil Aviation Authority of the U.K (CAA). Royaume-Uni, Flight Safety Foundation, 2000.

Chapitre 11

Air Canada. "Potential For Bird Strikes is Growing, An Agenda for Action." Flightline, Air Canada's Flight Operations Safety Review (novembre 1998), repris de Air Safety Week.

Canada. Transports Canada. Sommaire des statistiques canadiennes sur les impacts d'oiseau, 1997, Ottawa, Transports Canada, 1998.

Carlson, Janice E. "Moves to Reduce Bird-Aircraft Accidents." US Air Force News. États-Unis. United States Air Force. AMC (Air Mobility Command), Scott Air Force Base, Illinois, février 1996.

Curtis, Todd. North American Bird Hazard Reduction Efforts Since the 707 AWACS Accident at Elmendorf AFB. Travaux, The International Society of Air Safety Investigators. Seattle, Boeing Commercial Airplane Group, 1997.

États-Unis. National Transportation Safety Board. Aviation Accident/Incident Database 1993 -1997. Affiché sur l'Internet. Washington, D.C., National Transportation Safety Board.

Chapitre 12

Alge, Thomas L., GE Aircraft Engines. Canada. Transports Canada. Commercial Transport Engine Bird-Ingestion Design Considerations. Procès-verbal de la vingt-quatrième réunion du Comité du péril aviaire du Canada, avril 1996. Richmond, C.-B., Canada, Transports Canada, 1996.

Alge, Thomas L. et John T. Moehring. The Worldwide Bird Problem—Effects on Aircraft, Status of the Problem and Control of the Hazard. Document. Joint Meeting of the Flight Safety Foundation 49th Annual International Seminar, the International Federation of Airworthiness 26th International Conference and the International Air Transport Association. Dubai, Émirats des états arabes, 14 novembre 1996.

---. The Engine Birdstrike Hazard as Influenced by the Global Environment of Current Regional Airlines and Corporate Jet Operations. Document. 9th Annual European Aviation Safety Seminar (EASS) of the Flight Safety Foundation, Amsterdam, Pays-Bas, 4 mars 1997.

Banilower, Howard. Bird Ingestion Into Large Turbofan Engines, Final Report. États-Unis. Département des transports. Federal Aviation Administration Report CT-93-14. Washington, D.C., Federal Aviation Administration, 1995.

Bird Strike Committee USA. Understanding and Reducing Hazards to Aircraft. Présentation au Bird Strike Committee U.S.A. 1998.

Curtis, Todd. North American Bird Hazard Reduction Efforts Since the 707 AWACS Accident at Elmendorf AFB. Travaux, The International Society of Air Safety Investigators. Seattle, Boeing Commercial Airplane Group, 1997.

General Electric. "Engine Successful in Bird Strike Test." Communiqué de presse. Evendale, Ohio, General Electric, 10 juillet 1995.

Martindale, Ian. Rolls-Royce plc. Bird Ingestion and Rolls-Royce Aero Engines. Document. The International Bird Strike Committee, réunion no. 23, Londres R.-U., mai 1996, IBSC, 1996.

Parker, Richard. Pratt and Whitney. Harmonizing Engine Design Rules United States – Europe. Document. Bird Strike Committee Europe, réunion no.22. Vienne, BSCE, 1994.

Phillips, Edward H. "Bird Strike Threat Draws New Warning." Aviation Week and Space Technology, 5 février 1996.

Rolls-Royce plc. "Rolls-Royce Trent Passes Major Bird Strike Test." Journal of Aircraft Engineering and Aerospace Technology, 1er novembre 1993.

Speelman, Ralph J., Malcolm E. Kelley, Robert E. McCarty et Jeffrey J. Short. Aircraft Birdstrikes: Preventing and Tolerating. Paper. The International Bird Strike Committee (IBSC), réunion no. 24, Stara Lesna, Slovaquie, septembre 1998, IBSC, 1998.

États-Unis. Département des transports. Federal Aviation Administration. Final Rule 14 CFR Parts 27 and 29 Rotorcraft Regulatory Changes based on European Joint Aviation Requirements, Federal Register: (Volume 61, Number 92). Washington, D.C., Federal Aviation Administration, 1996.

États-Unis. Département des transports. Federal Aviation Administration. Notice Of Proposed Rulemaking, 14 CFR Parts 23, 25 and 33, Airworthiness Standards; Bird Ingestion, Federal Register, 11 décembre 1998 (Volume 63, numéro 238). Washington, D.C., Federal Aviation Administration, 1998.

États-Unis. Département des transports. Federal Aviation Administration. Revised Standard, CFR Part 33, Airworthiness Standards; Bird Ingestion, Federal Register, 14 septembre 2000. Washington, D.C., Federal Aviation Administration, 2000.

Chapitre 13

Richardson, W.J. Serious Bird Strike-Related Accidents to Military Aircraft of Europe and Israel: List and Analysis of Circumstances. Travaux et documents, réunion 23 du International Bird Strike Committee (IBSC), mai 1996. Londres, R.-U., IBSC, 1996. 33-56.

Richardson, W. J. (Canada) et Tim West (R.-U.). Serious Birdstrike Accidents to Military Aircraft: Updated List and Summary. WP-. Travaux et documents, réunion 25 du International Bird Strike Committee, Amsterdam, Pays-Bas, avril 2000, IBSC, 2000. 67-97.

Chapitre 14

Green, J., J. Bahr, R. Erwin, J. Buckingham et H. Peel. Reduction of Bird Hazards to Aircraft: Research and Development of Strobe Light Technology as a Bird Deterrent. Canada. Transports Canada. Centre de développement des transports. Rapport préparé par The Delta Environmental Management Group Ltd. (Vancouver) et The Southwest Research Institute (San Antonio, Texas). Montréal, Transports Canada, 1993.

Greneker, G. Radar to Detect Foreign Object Ingestion by a Jet Engine. Travaux de la International Society for Optical Engineering, 13e Symposium international annuel sur Aerosense, Session 1: Radar Sensor technology IV. Volume 3704, Orlando, Floride, 1999.

Leshem, Y., J. Shamoun-Baranes, M. Yanai, R. Tamir et Y. Yom-Tov. The Development of a Global Database on Bird Movements and Bird Strikes in Military and Civilian Flight. Paper. Le International Bird Strike Committee (IBSC), réunion no. 24, Stara Lesna, Slovaquie, septembre 1998, IBSC, 1998.

Lovell, C.D. et R.A. Dolbeer. Validation of the United States Air Force Bird Avoidance Model. Wildlife Society Bulletin 27(1)1999, 167-171.

Nordwall, Bruce D. 1997. "Radar Warns Birds of Impending Aircraft." Aviation Week & Space Technology, 10 mars 1997, 65-66.

Seegar, W.S., M.R. Fuller, P.W. Howey et Y. Leshem. Satellite Telemetry, a Tool for Tracking and Monitoring Bird Movements from a Local to Global Scale. Travaux et documents, réunion 24 du International Bird Strike Committee (IBSC), Stara Lesna, Slovaquie, septembre 1998, IBSC, 1998. 443-462.

Shannon, H.D., W.S. Seegar, G.S. Young, C.J. Pennycuick, M.R. Fuller, M.A. Yates, B.J. Dayton, M.B. Henke, M.A. Bramer, T. Maechtle et L. Schueck. Bird Flight Forecast and Information System. Travaux et documents, réunion 24 du International Bird Strike Committee (IBSC), réunion no. 24, Stara Lesna, Slovaquie, septembre 1998, IBSC, 1998. 297-301.

Short, J.J., M.E. Kelley et J. McKeeman. Recent Research into Reducing Birdstrike Hazards. Travaux et documents, réunion 23 du International Bird Strike Committee (IBSC), mai 1996. Londres, U.K, IBSC, 1996. 443-462.

Annexe 3.1

Zoonoses communes des oiseaux

Type	Encéphalite à arbovirus	Histoplasmose	Psittacose
Description	Inflammation du cerveau causée par une infection à arbovirus.	Infection par le champignon pathogène *Histoplasma capsulatum.*	Infection par la bactérie *Chlamydia psittaci.*
Oiseaux affectés	De nombreuses espèces parmi les oiseaux aquatiques et les oiseaux sauvages.	Les oiseaux ne sont pas directement affectés car le champignon, *H. capsulatum*, n'infecte pas les oiseaux.	Observée autant chez les espèces domestiques et sauvages mais plus communément parmi les secondes.
Source ou mode d'infection	Transmise aux oiseaux par des insectes hématophages (tels que les moustiques et les tiques). Les humains contractent la maladie par les moustiques infectés.	Contractée par l'inhalation de spores de champignons dans des sols contaminés par des fientes d'oiseaux.	Transmise à l'hôte par inhalation de particules projetées par aérosols ou par ingestion d'aliments contaminés; contractée également par des contacts directs avec les tissus aviaires infectés, les fèces et les excrétions.
Signes cliniques de l'infection chez les humains	*Premiers symptômes :* fièvre, frissons et maux de tête. *Symptômes plus graves :* somnolence, nausée, coma, confusion, raideur et convulsions; peut causer la mort.	*Indications de symptômes dépendant de la gravité :* variant d'asymptomatique à une calcification pulmonaire et à des lésions permanentes.	Asymptomatique ou bénigne. *Symptômes bénins :* semblables à la grippe. *Symptômes graves :* fièvre, frissons, malaise, myalgie, perte de l'appétit, maux de tête, toux et douleurs thoraciques.

Type	Encéphalite à arbovirus	Histoplasmose	Psittacose
Précautions et mesures de prévention	Prévenir les piqûres de moustiques en portant des vêtements protecteurs; utiliser des répulsifs, des techniques d'effarouchement et des moustiquaires; modifier les habitats.	Nettoyer les fientes d'oiseaux régulièrement; mouiller les fientes afin d'empêcher la propagation des spores dans l'air; porter des masques, des couvre-tout jetable, des gants, des bottes, des calottes de chirurgien et des lunettes de protection pendant le nettoyage.	Porter des gants pour prévenir les morsures d'oiseaux et le contact direct avec les fèces; porter des masques, des vêtements protecteurs et des calottes de chirurgien; mouiller et vaporiser une solution 1 % de désinfectant domestique sur le fiente afin d'empêcher la bactérie de se libérer dans l'air.

Annexe 5.1

Exigences de navigabilité de la FAA concernant les cellules

1. Aéronef de catégorie transport—FAR 25

1.1. Partie 25.571 Dommages— Évaluation de la tolérance et fatigue de la structure

(a) Généralités. L'évaluation de la résistance, de la conception détaillée et de la fabrication doit indiquer qu'une panne catastrophique attribuable à la fatigue, à la corrosion ou à des dommages accidentels sera évitée pendant toute la durée de vie opérationnelle de l'avion. Cette évaluation doit être effectuée conformément aux dispositions des paragraphes (b) et (e) de la présente section, à l'exception des dispositions du paragraphe (c), pour chaque partie de la structure susceptible de contribuer à une panne catastrophique (par ex. aile, empennage, gouverne et ses systèmes, fuselage, bâti moteur, train d'atterrissage et leurs accessoires principaux).

(e) Dommages – évaluation de la tolérance (source discrète). L'avion doit pouvoir terminer un vol au cours duquel il est probable que des dommages structuraux se produisent à la suite :

(1) d'un impact avec un oiseau de 4 livres lorsque la vitesse de l'avion par rapport à celle de l'oiseau le long de la trajectoire de l'avion est égale à V_C au niveau de la mer ou 0,85 V_C à 8 000 pieds, selon la vitesse la plus critique;
(2) d'un impact avec les pales de soufflante non confiné;
(3) d'une panne moteur non confinée;
(4) d'une panne des machines tournantes à haute énergie non confinée.

1.2 Partie 25.631 Dommages causés par un impact d'oiseau—Empennage

La structure de l'empennage doit être conçue de manière à permettre à l'avion de poursuivre son vol et d'atterrir en toute sécurité après un impact avec un oiseau de 8 livres lorsque la vitesse de l'avion par rapport à celle de l'oiseau le long de la trajectoire de l'avion est égale à V_C au niveau de la mer, selon la Partie 25.335(a). La conformité à cette section en prévoyant une structure hyperstatique et un emplacement protégé des éléments de commande du système ou des dispositifs protecteurs comme des panneaux de séparation

ou un matériau amortisseur est acceptable. Lorsque la conformité est confirmée par l'analyse, les essais ou les deux, l'utilisation des données sur des avions ayant une conception structurelle semblable est acceptable.

1.3. Partie 25.775 Pare-brise et hublots

(a) Les vitres internes doivent être faites d'un verre de sécurité.

(b) les vitres du pare-brise faisant directement face aux pilotes dans l'exercice normal de leurs tâches et les structures support de ces vitres doivent supporter, sans pénétration, l'impact d'un oiseau de 4 livres lorsque la vitesse de l'avion par rapport à celle de l'oiseau le long de la trajectoire de l'avion est égale à V_C au niveau de la mer, selon la Partie 225.335(a).

1.4. Partie 25.1323 Circuit anémométrique

(f) Lorsque des anémomètres en double sont nécessaires, leurs tubes de pitot respectifs doivent être suffisamment éloignés pour éviter des dommages aux deux tubes en cas de collision avec un oiseau.

2. Aéronef de catégorie normale, utilitaire, acrobatique et navette—FAR 23

2.1 Partie 23.775 Pare-brise et hublots

(h) De plus, pour les avions de catégorie navette, les dispositions suivantes s'appliquent :

(1) les vitres du pare-brise faisant directement face aux pilotes dans l'exercice normal de leurs tâches et les structures support de ces vitres doivent supporter, sans pénétration, l'impact d'un oiseau de 2 livres lorsque la vitesse de l'avion par rapport à celle de l'oiseau le long de la trajectoire de l'avion est égale à la vitesse maximale de l'avion avec volets en position d'approche.

(2) Les panneaux du pare-brise en face des pilotes doivent être disposés de telle façon que, en supposant une perte de vision par un panneau, un pilote assis au poste de pilotage puisse continuer de voir à travers un ou plusieurs panneaux pour pouvoir poursuivre le vol et atterrir en toute sécurité.

2.2. Partie 23.1323 Circuit anémométrique

(f) Pour les avions de catégorie navette, lorsque des anémomètres en double sont nécessaires, leurs tubes de pitot respectifs doivent être suffisamment éloignés pour éviter des dommages aux deux tubes en cas de collision avec un oiseau.

3. Giravion de catégorie normale—FAR 27

Les présentes normes ne contiennent pas d'exigences concernant la résistance aux impacts d'oiseau.

4. Giravion de catégorie transport—FAR 29

Partie 29.631 Impact d'oiseau

Le giravion doit être conçu de façon à permettre la poursuite du vol et l'atterrissage (pour la catégorie A) ou l'atterrissage (pour la catégorie B) après un impact avec un oiseau de 2, 2 lorsque la vitesse de l'avion par rapport à celle de l'oiseau le long de la trajectoire de l'avion est égale à VNE ou VH (selon la vitesse la moins élevée) à des altitudes allant jusqu'à 8 000 pieds. La conformité doit être établie par des essais ou par des analyses fondées sur des essais effectués sur des structures suffisamment représentatives d'une même conception.

Annexe 5.2

Normes de navigabilité concernant les moteurs d'aéronefs—FAR 33

Normes de navigabilité concernant les moteurs d'aéronefs —FAR 33

Partie 33.77 Ingestion de corps étrangers

(a) À la suite de l'ingestion d'un oiseau de 4 livres, dans les conditions stipulées au paragraphe (e) du présent article, le moteur ne peut pas :
  (1) s'enflammer;
  (2) éclater (rejet de fragments dangereux dans le carter moteur);
  (3) produire des charges plus élevées que les charges extrêmes précisées au paragraphe 33.23(a);
  (4) perdre la capacité d'être arrêté.

(b) l'ingestion d'un oiseau de 3 livres ou de 1, 5 livre, dans les conditions stipulées au paragraphe (e) du présent article, ne peut pas :
  (1) entraîner une perte de puissance ou de traction supérieure à 25 pour cent;
  (2) nécessiter l'arrêt du moteur dans les 5 minutes suivant l'ingestion;
  (3) donner lieu à des conditions éventuellement dangereuses.

(c) (porte sur l'ingestion de glace)

(d) (porte sur les dispositifs protecteurs)

(e) La conformité aux paragraphes (a), (b) et (c) du présent article doit être prouvée par des essais des moteurs dans les conditions suivantes :

Corps étranger (OISEAUX)	Quantité	Vitesse du corps étranger	Fonctionnement du moteur	Ingestion
3 onces	Un pour chaque partie de 50 pouces carrés de l'entrée d'air totale ou partielle jusqu'à concurrence de 16 oiseaux. Une ingestion d'oiseau de 3 onces n'est pas requise si un oiseau de 1,5 livre traverse l'aubage directeur d'entrée jusqu'aux ailettes de rotor.	Vitesse de décollage d'un aéronef typique.	Décollage	En séquence rapide pour simuler une rencontre avec une volée et visant certains secteurs critiques.
1,5 livre	Un pour les premiers 300 pouces carrés d'entrée d'air, s'il peut pénétrer, plus un pour chaque partie de 600 pouces carrés supplémentaires d'entrée d'air totale ou partielle jusqu'à concurrence de huit oiseaux.	Vitesse initiale de montée d'un aéronef typique.	Décollage	En séquence rapide pour simuler une rencontre avec une volée et visant certains secteurs critiques.
4 livres	En séquence rapide pour simuler une rencontre avec une volée et visant certains secteurs critiques.	Vitesse maximum de montée d'un aéronef typique si le moteur comporte un aubage directeur d'entrée. La vitesse de décollage d'un aéronef typique, si le moteur ne comporte pas un aubage directeur d'entrée.	Décollage	Visant un secteur critique.

Partie 23.903 Avions de catégorie normale, utilitaire, acrobatique et navette; Partie 25.903 avions de catégorie transport

Les deux articles sont libellés de la même façon :

(2) Chaque turbine doit soit :
- (i) être conforme aux articles 33.77 et 33.78 du présent chapitre en vigueur le 30 avril 1998 ou aux modifications ultérieures;
- (ii) être conforme aux articles 33.77 du présent chapitre en vigueur le 31 octobre 1974 ou aux modifications apportées avant le 30 avril 1998 et avoir déjà ingéré des corps étrangers qui n'ont pas entraîné de conditions dangereuses;
- (iii) avoir fait la preuve d'antécédents d'ingestion de corps étrangers dans des emplacements d'installation semblables, qui n'ont pas entraîné de conditions dangereuses.

Annexe 12.1

Forces des impacts d'oiseaux—Physique

Introduction

Il est essentiel de connaître la force d'impact et le potentiel des dommages à l'aéronef pour concevoir et certifier les composants d'aéronef. Cet article résume la méthode utilisée pour calculer les forces d'impact d'oiseau. Une série de tableaux vise à aider le lecteur à comprendre les forces d'impact produites par les oiseaux de divers poids à différentes vitesses. Voici les tableaux figurant dans le présent ouvrage :

- Tableau 12.1—Forces d'impact d'oiseau et vitesse
- Tableau 12.2—FAR 33 Norme de certification des moteurs – Poids des oiseaux
- Tableau 5.5—FAR 23, 25 et 29 Norme de certification des cellules - Forces d'impact d'oiseau
- Tableau 5.6—FAR 33 Norme de certification des moteurs (ancienne) - Forces d'impact d'oiseau
- Tableau 12.2—FAR 33 Norme de certification des moteurs (14 septembre 2000) - Forces d'impact d'oiseau

Hypothèses de calcul des forces d'impact

Il existe un certain nombre de facteurs qui influent sur l'impact d'une collision avec un oiseau, notamment :

- vitesse de l'impact,
- poids de l'oiseau,
- densité de l'oiseau,
- rigidité de l'oiseau,
- angle d'impact,
- forme de la surface d'impact,
- rigidité de la surface d'impact.

Pour simplifier le calcul, on a posé les hypothèses suivantes :

- la vitesse d'impact est égale à la vitesse de l'aéronef;
- l'angle d'impact est de 90 degrés;

- la forme de l'oiseau est sphérique;
- l'oiseau est déformé de la moitié de sa taille à l'impact;
- la surface d'impact de l'aéronef ne se déforme pas;
- la surface d'impact de l'aéronef est plate.

Équation mathématique de la force d'impact d'oiseau

L'équation de la force d'impact d'oiseau a été calculée avec l'aide M. A. C. Tribble du Advanced Technology Center de Rockwell Collins. L'équation a été élaborée comme suit :

1. Le transfert d'énergie—ou la pression—qui résulte d'un impact d'oiseau avec le corps d'un aéronef peut être estimé au moyen de calculs relativement simples. En prenant l'approximation la plus simple—l'oiseau est immobile et "colle" à l'aéronef après la collision—la modification de l'énergie cinétique de l'oiseau est

$$\Delta KE = W = Fd = \frac{1}{2}mv^2$$

lorsque W est le travail, F est la force, d est la distance sur laquelle la force est appliquée, m est la masse de l'oiseau et v est la vélocité de l'aéronef.

2. La force que l'oiseau a ressentie—la même force ressentie par l'avion—est donnée par

$$F = \frac{\Delta KE}{d} = \frac{mv^2}{2d}$$

On peut facilement estimer la masse de l'oiseau, m, et la vitesse de l'aéronef, v. Le principal paramètre est alors la distance d sur laquelle l'impact est appliqué.

3. Comme première approximation, supposons qu'il s'agit de la moitié de la distance parcourue par l'aéronef pendant la collision avec l'oiseau. si l'on suppose également que l'oiseau peut être représenté par une sphère, le résultat est

$$F = \frac{mv^2}{2r}$$

4. Si l'on suppose que l'oiseau est sphérique, sa taille dépend de sa masse selon la relation

$$m = V\rho = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho$$

où la densité de l'oiseau.

5. Combinée aux deux expressions précédentes donne

$$F = \frac{2\pi r^2 \rho v^2}{3}$$

Glossaire

Accoutumance • Tendance de la faune à s'habituer aux bruits et aux objets.

Activité de la faune à l'extérieur de l'aéroport • Toute activité de la faune à l'extérieur du périmètre d'un aéroport et l'espace aérien supérieur à 200 pieds au-dessus du sol à l'approche et supérieur à 500 pieds au-dessus du sol au décollage.

Activité de la faune aux aéroports • La présence d'oiseaux et de mammifères à l'intérieur du périmètre d'un aéroport et l'espace aérien jusqu'à 200 pieds au-dessus du sol à l'approche et jusqu'à 500 pieds au-dessus du sol au décollage.

Aérodrome • Tout terrain, plan d'eau (gelé ou non) ou autre surface d'appui servant ou conçu, aménagé, équipé ou réservé pour servir aux mouvements et à l'entretien courant des aéronefs, y compris les bâtiments, installations et l'équipement qui y sont situés ou leur sont rattachées.

Aéronautique • La science, l'art et la pratique de la navigation aérienne.

Aéronef de catégorie transport • Aéronef certifié conformément au chapitre 525 du *Manuel de navigabilité* ou une norme de navigabilité étrangère équivalente; hélicoptère certifié conformément au chapitre 529 du *Manuel de navigabilité* ou une norme de navigabilité étrangère équivalente.

Aéroport • Au Canada, un aérodrome pour lequel un certificat d'aéroport a été délivré par le ministre des Transports en vertu de la Partie III du Règlement de l'air.

Aéroport militaire • Aérodrome utilisé uniquement par des aéronefs militaires.

AGL • Altitude au-dessus du niveau du sol.

Aire de mouvement • Partie d'un aérodrome utilisée pour les décollages, atterrissages et la circulation des aéronefs, y compris l'aire de manœuvre et les aires de trafic.

Altitude • Hauteur au-dessus du niveau de la mer (ASL) ou du sol (AGL).

ASL • Altitude au-dessus niveau de la mer.

Attractifs de la faune • Toute utilisation des terres et éléments géographiques ou structures susceptible d'attirer ou de maintenir une faune dangereuse dans l'espace aérien d'atterrissage et de départ, sur l'aire de mouvement des aéronefs, l'aire de chargement et l'aire de stationnement des aéronefs d'un aéroport. Ces attractifs comprennent les éléments architecturaux, les aménagements paysagers, les sites d'élimination des déchets, les installations de traitement des eaux usées, les activités agricoles ou d'aquaculture, les mines de surface et les terres humides.

Audibilité • La gamme des fréquences des ondes sonores pouvant être entendues par les humains : 30 à 20 000 Hz.

Carnivore • Un animal qui s'alimente de tissu animal.

Catégorie normale (giravion) • Spécification officielle des aéronefs qui permet une utilisation avec une masse brute maximale, mais interdit certaines manœuvres comme les vrilles et les virages serrés.

Centre de contrôle régional (ACC) • Unité de contrôle établie pour offrir un service de contrôle de la circulation aérienne aux vols IFR et vols VFR contrôlés.

Circulation aérienne • Ensemble des aéronefs en vol ou qui évoluent sur l'aire de manœuvre d'un aérodrome.

Concurrent • Deux animaux ou plus qui recherchent la même source de nourriture.

Conservation • Préservation de l'environnement naturel.

Contrôleur d'arrivée • Fournisseur d'ATS qui assure la circulation des vols IFR à l'arrivée dans une région de contrôle terminale; peut également desservir les vols VFR.

Contrôleur de départ • Fournisseur d'ATS qui assure la circulation des vols IFR au départ dans une région de contrôle terminale; peut également desservir les vols VFR.

Contrôleur • Personne autorisée à assurer des services de contrôle de la circulation aérienne.

Contrôleur sol-mouvement • Fournisseur d'ATS responsable de la circulation sûre et ordonnée des aéronefs au sol.

Contrôleur tour • Contrôleur de la circulation aérienne qui gère toute la circulation dans la zone contrôlée autour de l'aéroport afin d'assurer la sécurité et l'efficacité de la circulation.

Courants thermiques • Courants d'air chaud montants qui permettent aux oiseaux comme les vautours de s'élever et de planer. (Voir envol.)

Crépusculaire • Apparaissant ou actif au coucher du soleil.

Danger • Conditions et circonstances susceptibles de donner lieu à des dommages ou à la destruction d'un aéronef ou à des pertes de vie à la suite de l'utilisation de l'aéronef.
- des restes de mammifère, complets ou partiels, sont trouvés sur la zone aménagée côté piste ou dans un périmètre de 200 pieds d'une piste, à moins qu'une autre cause puisse expliquer la mort du mammifère.
- des restes d'oiseau, complets ou partiels, sont trouvés sur la zone aménagée côté piste ou dans un périmètre de 200 pieds d'une piste, à moins qu'une autre cause puisse expliquer la mort de l'oiseau.

Dispersion • Mesures actives de gestion de la faune qui éloignent les animaux de l'enceinte de l'aéroport.

Dissuasion • Gestion de la faune active ou passive visant à réduire au maximum l'activité animale dans l'enceinte de l'aéroport.

Diurne • Animaux actifs pendant le jour.

Envol • Voler en altitude; faire du vol à voile ou se maintenir dans l'air souvent à très grande altitude; voler sans moteur et sans perte d'altitude. Les vautours utilisent les courants thermiques pour s'élever et planer. (Voir courants thermiques.)

Espèces menacées • Espèces en péril ou devenues rares et qui sont protégées par les lois fédérales ou provinciales.

Espèces résidentes • Organismes que l'on retrouve aux aéroports et dans le voisinage tout au long de l'année, comme les oiseaux non migrateurs et les rongeurs.

Événement lié à la faune à l'extérieur de l'aéroport • Tout incident impliquant la faune, impact d'oiseau ou impact de mammifère qui se produit à l'extérieur du périmètre d'un aéroport et l'espace aérien supérieur à 200 pieds au-dessus du sol à l'approche et supérieur à 500 pieds au-dessus du sol au décollage.

Événement lié à la faune aux aéroports • Tout incident impliquant la faune, impact d'oiseau ou impact de mammifère qui se produit à l'intérieur du périmètre d'un aéroport et l'espace aérien jusqu'à 200 pieds au-dessus du sol à l'approche et jusqu'à 500 pieds au-dessus du sol au décollage.

Faune dangereuse • Espèces de la faune—comprenant les animaux sauvages et domestiques—qui sont associés aux impacts d'oiseaux et de mammifères et sont en mesure de causer des dommages structuraux aux aéronefs et aux installations aéroportuaires. Les espèces dangereuses comprennent également celles qui en attirent d'autres à l'aéroport.

Fongicide • Pesticide destiné plus particulièrement à lutter contre les champignons indésirables. (Voir pesticide.)

Fournisseurs d'ATS • Fournisseurs de services de la circulation aérienne; terme collectif pour désigner les contrôleurs de la circulation aérienne, les contrôleurs terminal, les contrôleurs d'arrivée, les contrôleurs de départ, les contrôleurs sol et les spécialistes d'information de vol.

Généraliste • Organisme—comme le goéland—qui consomme différents types d'aliments et peut vivre dans différents climats; à opposer au spécialiste.

Gestion active • Type de gestion de la faune par laquelle on utilise des solutions à court terme—comme la pyrotechnie et les appels de détresse—pour éloigner la faune des aéroports.

Gestion de l'habitat • Manipulation et gestion des éléments attractifs pour la faune dans les aéroports et dans le voisinage afin de rendre ces éléments moins attractifs. Désigne également la modification de l'habitat. (Voir gestion passive.)

Gestion passive • Type de gestion de la faune par laquelle on utilise des solutions à long terme—comme la gestion de l'habitat et le recours aux pesticides—pour dissuader la faune de s'installer dans les aéroports.

Grégaire • Vivant en groupes ou en colonies.

Herbicide • Pesticide destiné plus particulièrement à lutter contre les plantes indésirables. (Voir pesticide.)

Herbivore • Animal qui se nourrit de tissu végétal.

Impact d'oiseau • Selon le Comité du péril aviaire du Canada, un impact d'oiseau s'est produit lorsque :

- un membre du personnel au sol déclare avoir vu un aéronef entrer en collision avec un ou plusieurs oiseaux;
- un pilote rapporte un impact d'oiseau;
- une personne chargée de la maintenance des aéronefs détermine qu'un aéronef a été endommagé par un impact d'oiseau;
- des restes d'oiseau, complets ou partiels, sont trouvés sur la zone aménagée côté piste ou dans un périmètre de 200 pieds d'une piste, à moins qu'une autre cause puisse expliquer la mort de l'oiseau.

Impact de mammifère • Selon le Comité du péril aviaire du Canada, un impact de mammifère s'est produit lorsque :

- un pilote rapporte un impact de mammifère;
- un membre du personnel au sol déclare avoir vu un aéronef entrer en collision avec un ou plusieurs mammifères;
- une personne chargée de la maintenance des aéronefs détermine qu'un aéronef a été endommagé par un impact de mammifère;
- des restes de mammifère, complets ou partiels, sont trouvés sur la zone aménagée côté piste ou dans un périmètre de 200 pieds d'une piste, à moins qu'une autre cause puisse expliquer la mort du mammifère.

Incident lié à la faune à l'extérieur de l'aéroport • Toute activité de la faune à l'extérieur de l'aéroport qui représente un danger pour la sécurité aérienne ou oblige les pilotes à prendre des mesures d'évitement.

Incident lié à la faune aux aéroports • Toute activité de la faune aux aéroports qui représente un danger pour la sécurité aérienne ou oblige les pilotes à prendre des mesures d'évitement.

Incursion • Entrée d'un animal dans l'enceinte de l'aéroport.

Infrason • Dont la fréquence est inférieure à la gamme des fréquences audibles par les humains.

Insecticide • Pesticide destiné plus particulièrement à lutter contre les insectes indésirables. (Voir pesticide.)

Insectivore • Animal qui se nourrit d'insectes.

Intervenant • Personne ou organisme qui s'intéresse à une question ou un événement, y est associé ou en est responsable.

Loi sur l'aéronautique • Un document juridique qui stipule les règlements et les normes de sécurité concernant les aéronefs et les aérodromes.

Micro-ondes • Onde électromagnétique comparativement courte, entre un millimètre et un mètre de longueur d'onde environ.

Ministre • Au Canada et dans les pays du Commonwealth, le chef d'un ministère du gouvernement.

Nocturne • Actif pendant la nuit.

Omnivore • Animal qui se nourrit à la fois de tissu végétal et animal.

Péril faunique • Voir danger.

Pesticide • **1** Substance et mélange visant à prévenir, détruire, repousser et limiter tous les parasites. **2** Substance ou mélange de substances servant de régulateur des plantes, de défoliant ou de déshydratant. **3** Tout stabilisateur d'azote.

Planeur • Aéronef plus lourd que l'air qui n'est pas entraîné par moteur, et dont la sustentation en vol est obtenue par des réactions aérodynamiques sur des surfaces qui restent fixes pendant le vol.

Prédateur • Organisme qui chasse, détruit ou dévore.

Pyrotechnie • Divers projectiles combustibles lancés par un fusil, un pistolet ou autres dispositifs pour effrayer la faune en produisant du bruit, de la lumière ou de la fumée.

Région de contrôle terminale (TCA) • Espace aérien vertical à partir d'une altitude de base à l'intérieur duquel le service ATC est fourni aux vols IFR.

Règlements de zonage des aéroports • Au Canada, règlement pris par le Gouverneur en Conseil au sujet d'un aéroport, conformément à l'article 5.4 de la Loi sur l'aéronautique.

Repos • Le fait pour un animal de se reposer ou de s'arrêter à un endroit particulier (*les goélands se reposent sur la piste*).

Repos nocturne • Le fait de s'installer pour dormir. Les sites de repos nocturne sont des endroits sûrs dans lesquels les organismes se réunissent et dorment en grands nombres.

Risque • En aviation, la conséquence d'un danger, mesuré en terme de probabilité et de gravité.

Rodenticide • Pesticide destiné plus particulièrement à lutter contre les rongeurs indésirables. (Voir pesticide.)

Sauvage • Organisme (animal) sauvage ou non apprivoisé.

Soulèvement • Refroidissement et réchauffement cycliques des couches du sol qui entraînent une expansion et le craquement du sol, y compris les surfaces des pistes.

Spécialisé (spécialiste) • Organisme qui consomme une variété limitée d'aliments. à opposer au généraliste.

Spécialiste d'information de vol • Personne qui travaille dans une station d'information de vol—comme Nav Canada—et gère notamment la planification des vols et les indicateurs météorologiques.

Surfaces de franchissement d'obstacle • Selon les règlements, une aire définie qui limite la mesure dans laquelle les objets peuvent se projeter dans l'espace aérien d'un aéroport. Comprend les aires de décollage, d'approche, de transition et extérieures de l'aéroport.

Tactile • Associé au sens du toucher.

Taxonomie • Étude des principes généraux de la classification scientifique; la classification systématique des plantes et des animaux en fonction de relations supposées naturelles.

Télémétrie • Science ou processus de transmission des données et la lecture enregistrée d'instruments par radio.

Tour de contrôle d'aéroport • Établie en vue d'assurer le service ATC pour la circulation d'aéroport.

Unité de contrôle de la circulation aérienne • Centre de contrôle régional (ACC), unité de contrôle terminal (TCU); tour de contrôle d'aéroport.

Unité de contrôle terminal • Unité de contrôle établie pour assurer le service ATC aux vols IFR et vols VFR contrôlés à l'intérieur d'une région de contrôle terminal.

V_1 • Vitesse critique de reconnaissance d'une panne-moteur. Le point auquel le pilote doit décider de continuer ou d'interrompre le décollage.

Zoonose • Maladie communicable des animaux aux humains dans des conditions naturelles.

Acronymes

ACC — centre de contrôle régional

AGL — au-dessus du sol

AHAS — système d'information sur le péril aviaire

AIP — Publication d'information aéronautique

TEA — technicien d'entretien d'aéronef

ATIS — Service automatique d'information terminale

PGFA — Plan de gestion de la faune aux aéroports

BAM — Modèle d'évitement d'oiseaux

BASH — Équipe sur les risques de collisions entre oiseaux et aéronefs

CPAC — Comité du péril aviaire du Canada

CADORS — Système de compte rendu quotidien des événements de l'aviation civile

RAC — Règlement de l'aviation canadien

CFS — Supplément de vol - Canada

MDN — Ministère de la Défense nationale

FAA — Federal Aviation Administration (É.-U.)

FAR — Federal Aviation Regulations (É.-U.)

IBIS — Système d'information sur les impacts d'oiseaux de l'OACI

OACI — Organisation de l'aviation civile internationale

IFR — règles de vol aux instruments

JAA — Joint Aviation Authority (Europe)

MMHD — masse maximale au décollage

PNA — Politique nationale des aéroports

NTSB — National Transportation Safety Board (É.-U.)

RAC — Section sur les règles de l'air et les Services de la circulation aérienne de l'AIP

SOP — procédures d'utilisation normalisées

TCU — unité de contrôle terminal

USAF — Armée de l'air des États-Unis

VFR — règles de vol à vue

VNAP — profil vertical d'atténuation du bruit

L’équipe de production

Une entreprise entamée il y a six ans, *Un ciel à partager* compile l’information réunie par Transports Canada. Sous la direction de Bruce MacKinnon, des étudiants des programmes d’enseignement coopératif de l’Université de Waterloo et de l’Université du Manitoba ont réuni, documenté et analysé le contenu. Une autre partie de la documentation a été créée dans le cadre de contrats avec des sociétés d’experts-conseils privées financés et administrés par Transports Canada.

Rédacteurs

Bruce MacKinnon

M. MacKinnon est diplômé de l’Université de Calgary où il s’est spécialisé dans le comportement des grands mammifères. Il a passé 22 ans au Service des gardiens des parcs nationaux dans tout le Canada et a participé aux programmes de gestion de la faune, de sauvetage en montagne et contrôle des avalanches. Il est actuellement spécialiste du contrôle de la faune pour Transports Canada, Aviation civile, et préside le Comité du péril aviaire du Canada depuis 1993. Il est vice-président du programme de vulgarisation du International Bird Strike Committee. M. MacKinnon a rédigé de nombreuses publications sur les questions de la faune et a agi en qualité de conseiller et de témoin expert dans le monde entier en matière de gestion des impacts d’oiseaux et dans les cas de différends au sujet de l’utilisation des terres. Il est pilote de l’aviation générale et construit des aéronefs expérimentaux.

Commandant Richard Sowden

Le commandant Sowden travaille pour Air Canada depuis 21 ans et est actuellement commandant de bord sur Airbus A320 et dirige l’entraînement en vol. Diplômé en 1997 du programme Aviation and Flight Technology du Collège Seneca, Richard s’est toujours intéressé aux questions de sécurité aérienne tout au long de sa carrière. Il a joué un rôle important dans la création de la Division technique et de sécurité de l’Association des pilotes d’Air Canada (APAC) et en a été le premier président pendant cinq ans. Il est également le représentant de l’APAC au Comité consultatif de Nav Canada, où il

préside le sous-comité sur la sécurité. Le commandant Sowden est membre du Comité du péril aviaire du Canada et est le représentant des pilotes dans les équipes d'examen des questions de sécurité liées à la faune depuis 1991. En 1993, Richard a fondé Avian Aviation Consultants afin d'évaluer les risques posés par les impacts d'oiseaux et de la faune, a élaboré des stratégies d'atténuation et assuré la formation à l'industrie aéronautique dans ce domaine. Comptant 13 0000 heures de vol et connaissant intimement le contexte très complexe du milieu de l'aviation, Richard trouve un dérivatif très simple : en qualité de membre de la Ontario Aviation Historical Society, il construit et pilote des répliques des avions de la Première Guerre mondiale à piste de pilotage ouvert et à revêtement de tissu et en fait la démonstration.

Stewart Dudley

À titre de rédacteur principal pour la firme Stiff Sentences Inc., Stewart Dudley est un communicateur chevronné qui compte 20 ans d'expérience en tant que rédacteur, réviseur, directeur vidéo et producteur. Il a été honoré pour ses réalisations, notamment par des nominations au prix Gemini et des mentions élogieuses au Festival du film de New York. Méticuleux, déterminé et créatif, Stewart a fait bénéficier les versions finales de ce travail de sa connaissance considérable de la grammaire, de la syntaxe et de la diction.

Participants

Rolph A. Davis, Ph.D.

M. Davis a obtenu son doctorat en Écologie aviaire de l'Université de Western Ontario en 1972. Il est entré à LGL Limited- une société d'experts-conseils en environnement cette même année et en est devenu président en 1979. Spécialiste des questions liées aux risques que posent les oiseaux aux aéronefs, M. Davis a comparu comme témoin expert devant de nombreux organismes de réglementation et tribunaux. M. Davis est l'auteur et le coauteur de plus de 100 rapports et documents sur les impacts d'oiseaux ainsi que sur les questions touchant la santé et la nuisance que représentent les sites d'enfouissement près des aéroports.

Terry Kelly

La carrière de M. Kelly s'étend sur plus de 20 ans. Il a fait ses études à l'Université de Waterloo et obtenu un diplôme de l'Université de l'Alberta. M. Kelly a commencé sa carrière en tant que pilote militaire, période pendant laquelle il a accumulé 5 000 heures de vol. Depuis qu'il est passé au secteur privé, il se consacre aux questions de sécurité. M. Kelly a effectué des évaluations proactives des risques et de la sécurité pour des projets de millions de dollars comme la prolongation de la piste de l'Aéroport Lester B. Pearson de Toronto et l'aménagement de l'aire de conservation de l'île Sea à l'aéroport international de Vancouver. Il est l'auteur de nombreux articles et documents de nature technique. Terry est président de Safety Management Systems, basé à Ottawa.

Ron Huizer, B.Sc.

Biologiste principal à Jacques Whitford Environment Limited, M. Huizer est diplômé de l'Université de Western Ontario où il a obtenu un B.Sc. Spécialisé en zoologie. Il est spécialiste des enquêtes biologiques et écologiques et des évaluations environnementales. Au cours des dix dernières années, M. Huizer a élaboré des plans de gestion de la faune dans les aéroports, effectué des évaluations des impacts d'oiseaux possibles associés à l'utilisation des terres au voisinage des aéroports et a participé à la création de zones à risque d'impacts d'oiseaux pour les aéroports canadiens. Au cours des années 90, il a été le principal instructeur pour le cours de formation de Transports Canada sur le contrôle de la faune offert au personnel des aéroports du Canada.

W. John Richardson

M. Richardson a obtenu son B.Sc. en biologie de l'Université de McMaster en 1968 et son Ph.D. en comportement animal de l'Université Cornell en 1976. Il est le vice-président exécutif de LGL Limited, où il travaille depuis 1973. De 1965 à 1971, M. Richardson a effectué des études radar des mouvements aviaires dans de nombreuses régions du Canada et des Antilles au nom du Comité associé du Conseil national de recherches sur le péril aviaire pour les aéronefs. Il a contribué à la création du système de prévision aviaire pour la base des Forces canadiennes de Cold Lake et a mené des études radar sur les déplacements migratoires et les lieux de perché en Ontario. Après être entré à LGL, M. Richardson a mené des études radar des oiseaux près de Toronto dans le cadre de la planification du nouvel aéroport de Toronto à Pickering en 1973-1974. Entre 1975 et 1977, il a également réalisé des études sur les migrations à l'aide des radars du réseau d'alerte avancé au Yukon et en Alaska. Dans le cadre d'un projet de longue durée permanent, il compile une base de données sur les accidents graves causés par des impacts d'oiseaux, en insistant sur les aéronefs militaires. Depuis 1980, M. Richardson consacre une bonne partie de son temps à l'étude des mammifères marins, en particulier leurs réactions au bruit et aux perturbations.

Paul A. Hayes, M.B.A.

M. Hayes, un des cofondateurs de AeroCan Aviation Specialists Inc. en 1983, en est maintenant le président. Il compte plus de 23 ans d'expérience en services consultatifs de gestion et planification en aviation pour des clients des secteurs public et privé. Avant la création de AeroCan Aviation, M. Hayes a été pendant 13 ans expert-conseil principal et gestionnaire à KMPG, au service de conseil de gestion général de la société. Il est pilote professionnel et est titulaire d'un permis sur aéronef à voilure fixe et giravion. Il apporte un point de vue concret à toutes ses affectations dans le domaine des conseils aviation.

Howard M. Malone, P.Eng, MCIP, RPP

Un des cofondateurs de AeroCan Aviation Specialists Inc. en 1983, M. Malone est maintenant vice-président de la société. Il compte plus de 25 ans d'expérience en consultation et plus particulièrement en planification de l'aviation. M. Malone compte également plus de 30 ans d'expérience de vol et est titulaire d'une licence de pilote de ligne sur DC9, DC8, B727, B767 et B747. L'expérience de M. Malone en planification de l'aviation comprend des affectations en planification d'aéroport et systèmes côté piste, écrasement aux aéroports, capacités de lutte contre les incendies et sauvetage, opérations de l'aviation générale, politiques et réglementation de l'aviation, zonage aéroportuaire, protection des marges de franchissement d'obstacles et évaluation et gestion des impacts d'oiseaux.

Ross E. Harris, M.Sc.

Un biologiste de la faune ayant des connaissances et une expérience en ornithologie, M. Harris observe et étudie de près les oiseaux depuis plus de 30ans. Il travaille pour LGL Limited et a réalisé plus de 20 projets sur les impacts d'oiseaux au Canada et aux États-Unis. Il s'agit notamment d'études sur les populations et les mouvements des goélands aux sites de décharges près des aéroports, d'un examen approfondi des textes sur l'efficacité des produits et des techniques de contrôle des oiseaux utilisés dans les aéroports et d'un examen du programme de contrôle de la faune à l'aéroport international Lester B. Pearson.

Jacques Whitford Environment Limited

Jacques Whitford Environment Limited d'Ottawa, Canada, a géré et administré le contrat de *Un ciel à partager*.

TP 13549

ORDER FORM / BON DE COMMANDE

Sharing the Skies • Aviation industry guide to the management of wildlife hazards.
Un ciel à partager • Guide de l'industrie de l'aviation à l'intention des gestionnaires de la faune.
cost/prix : $24,70

Name/Nom : _____
Address/Adresse : _____
_____
_____
Telephone/Téléphone : _____
FAX/Télécopieur : _____

Method of Payment/Méthode de paiement :

Cheque/Chèque ❑ Money Order/Mandat ❑
Mastercard ❑ VISA ❑
Card Number/Numéro de la carte : _____
Expiry Date/Date d'expiration : _____ / _____ Signature : _____

Quantity Ordered/Quantité commandée :

☐ Sharing the Skies ($24.70 each) = $ _____
Un ciel à partager (24,70 $ chacun)
(PRICE INCLUDES SHIPPING AND HANDLING / LES FRAIS D'EXPÉDITION ET DE MANUTENTION SONT INCLUS DANS LE PRIX)

Subtotal/Total partiel : $ _____
GST/TPS 7 % : $ _____
Total : $ _____

❑ English version
version anglaise

❑ French version
version français

PLEASE MAIL, FAX YOUR ORDER TO:
Transport Canada,
Aviation Publishing Division, AARA
5th Floor, Tower "C"
330 Sparks Street. Ottawa, Ontario K1A 0N8
Tel: 1-800-305-2059 Fax: (613) 957-4208
Inquiries: Communications Centre
Order Online: www.tc.gc.ca/aviation

VEUILLEZ POSTER OU TÉLÉCOPIER VOTRE COMMANDE À :
Transports Canada,
Division des publications de l'aviation (AARA)
5e étage, Tour C
330, rue Sparks, Ottawa, Ontario K1A 0N8
Tél. : 1-800-305-2059 Téléc. : (613) 957-4208
Renseignements : Centre de communiciations
Commander en ligne : www.tc.gc.ca/aviation

Please ensure that your cheque or money order for the correct total amount—or your VISA or Mastercard number is included in the order form. Fax orders will only be accepted if credit card numbers and signatures accompany the order. Also ensure that the name and address you wish your book shipped to is correctly and clearly filled out on the order form.

When adding up the required total on the order form, remember to add 7% GST to all subtotals.
Please allow 4-6 weeks for delivery.

Veuillez vous assurer que le chèque/mandat portant le montant exact ou le numéro de la carte Visa/Mastercard accompagne votre bon de commande. Les commandes par télécopieur sont acceptées seulement si le numéro et la signature de la carte sont indiqués sur le formulaire. Veuillez aussi vous assurer que le nom et l'adresse de livraison du livre figurent clairement et correctement sur le bon de commande.

En calculant le montant total sur le bon de commande, n'oubliez pas d'ajouter 7 % pour la TPS à tout total partiel.
Accordez 4 à 6 semaines pour la livraison.

Clichés couleur

Cliché 1 Le 22 septembre 1995, un AWACS E3B quadrimoteurs de l'USAF s'est écrasé 43 secondes après avoir décollé de la base de Elmendorf, en Alaska. L'aéronef a frappé une grosse volée de bernaches du Canada qui avaient été souvent observées dans la région.

Cliché 2 Les bernaches sur la piste peu après l'écrasement du AWACS le 22 septembre. Vingt-quatre membres d'équipage ont été tués dans l'accident.

Cliché 3 Cet accident d'un SESNA 441 Conquest, à Fort Frances, en Ontario, est le résultat de l'ingestion d'un goéland dans l'entrée d'air du turbopropulseur n° 1.

Avec la permission du cdt Peter Miller, Kroger Co.

Cliché 4 Panne moteur non confinée sur un jet d'affaires Falcon 10 à la suite d'un impact d'oiseau.

Cliché 5 Un impact avec un grèbe élégant (trois livres) a causé des dommages considérables à cet hélicoptère. L'oiseau a heurté le visage du pilote. (Voir les clichés 6 et 7)

Cliché 6 La force d'impact de cet incident a été telle qu'après avoir heurté le pare-brise et le pilote, l'oiseau a endommagé les charnières de l'une des portes arrières.

Cliché 7 Le casque et l'écran facial ont probablement sauvé la vie du pilote lorsqu'il a été frappé au visage par le pare-brise et les débris d'oiseau.

Cliché 8 Voici tout ce qui reste d'un bombardier B1-B de l'USAF, de 200 millions de dollars, qui s'est écrasé après avoir heurté un pélican d'Amérique, au Colorado. La masse de l'avion était de 185 000 livres, le poids de l'oiseau 15 livres. Trois membres d'équipage ont été tués dans l'écrasement.

Cliché 9 Après avoir frappé un goéland au décollage de l'Aéroport international JKF, le 12 novembre 1975, le moteur n° 3 de ce DC1030 de l'ONA a explosé et a entraîné l'embrasement de l'aéronef. Les 139 passagers, qui étaient tous des employés de la compagnie aérienne, ont réussi à être évacués sains et saufs de l'aéronef.

Photo: Larry MacDougal, Calgary Herald

Cliché 10 Le moteur nº 1 de ce B747 de la KLM a subi une panne non confinée à la suite d'une collision avec une bernache du Canada lorsqu'il atterrissait à l'Aéroport international de Calgary. Les dispositifs de bord d'attaque ont été également endommagés.

Cliché 11 Le pare-brise de ce B737 a été gravement endommagé à la suite d'une collision avec un oiseau à 10 000 pieds ASL et 250 kts. Le commandant de bord a été blessé par des débris lorsque l'oiseau à fracassé le fuselage au-dessus du pare-brise.

Cliché 12 Des dommages importants aux composants de la cellule et aux dispositifs de bord d'attaque sont fréquents dans les cas d'impact d'oiseau. S'il y a pénétration des systèmes électriques et hydrauliques jusqu'au longeron, ils peuvent être endommagés.

Cliché 13 Ce Tutor CT-114 de la RCAF s'est écrasé au cours d'une mission d'entraînement au-dessus de Assiniboia, le 25 septembre 1997, après avoir heurté un seul oiseau. Les deux membres d'équipage se sont éjectés en toute sécurité.

Cliché 14 Lorsque de gros animaux sont autorisés à circuler sur les aires de mouvement des aéronefs, les risques sont toujours très élevés.

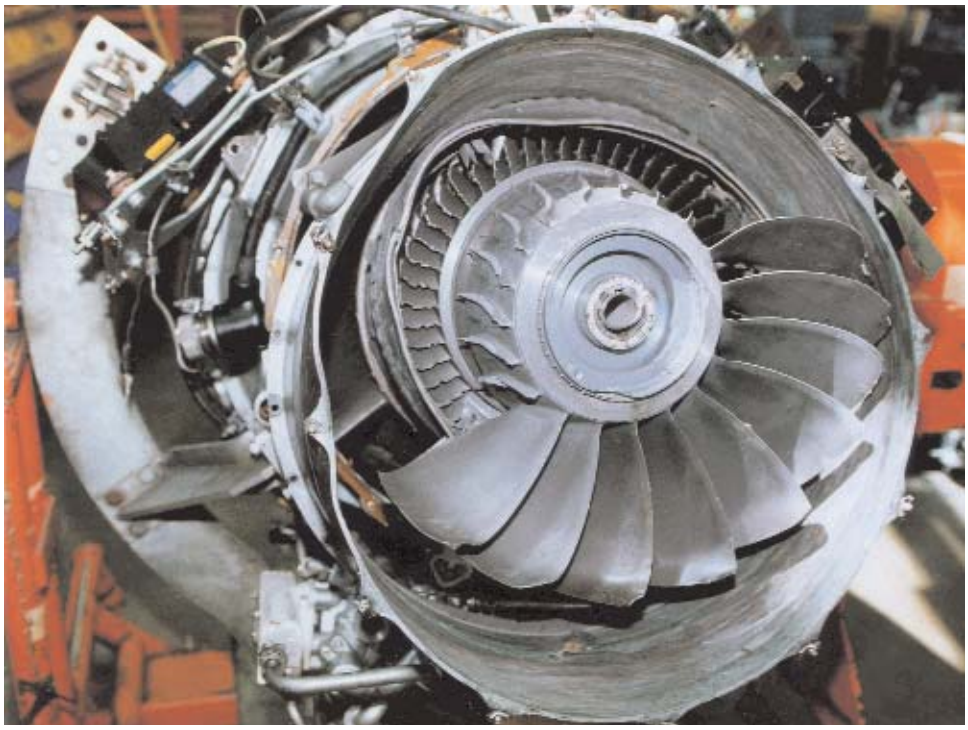
Cliché 15

Les clichés 15 et 16 montrent les dommages causés à un petit moteur à réaction à la suite de l'impact avec un urubu à tête rouge de 3 livres.

Phase du vol : décollage

Vitesse : 140 kts

L'autre moteur a été également endommagé, mais non par un impact d'oiseau. Il a atteint un stade de survitesse pendant le rétablissement du roulis d'aéronef et le ventilateur a été en contact avec le carénage sur toute la circonférence.



Cliché 16 Dommages causés au moteur :

- Perte de la pointe avant
- Division de l'arbre de la pointe avant
- Perte de dix pales de soufflante
- Carter de soufflante endommagé et séparation des brides
- Dommage à l'anneau intérieur
- Cannelures cisaillées dans le moyeu de ventilateur
- Casque de montage de la poutre de régulation carburant fracturé

Cliché 17 Trente-quatre personnes ont été tuées dans l'écrasement de ce C-130H dû à un impact d'oiseau à la base de Eindhoven, en Hollande, le 15 juillet 1996.